THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY

630.5
JO
v.71

[redacted]
LIBRARY

This book has been DIGITIZED
and is available ONLINE.

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA

Journal

für

Landwirtschaft.

Im Auftrage der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover

herausgegeben unter Beteiligung der landwirtschaftlichen

Institute, Laboratorien und Versuchsanstalten deutscher Hochschulen.

Unter Mitwirkung von

Dr. Schermer, Professor, Direktor des Tierarznei-Instituts

Dr. E. Blanck, Professor, Direktor des agrikulturchemischen Instituts

Dr. J. Schmidt, Professor, Direktor des Tierzuchtinstituts

Dr. W. Seedorf, Professor, Direktor des Instituts für landw. Betriebslehre

Dr. O. Tornau, Professor, Direktor des landwirtschaftlichen Versuchsfeldes

Dr. F. Lehmann, Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor der landwirtschaftl. Versuchsstation

Dr. Rippel, Professor, Direktor des landw.-bakt. Instituts

herausgegeben von

Dr. C. von Seelhorst,
Geh. Regierungsrat, Professor
zu Göttingen.

71. Band.

Mit 1 Tafel, 1 Textabbildung.

BERLIN

VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen

SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11

1924.

JO
v.71

Inhalt.

Seite

Arbeit aus dem Agrikulturchemischen und bakteriologischen Institut der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau in Schlesien.

Asam, Dr. **Max**, Eiweißarme, aber zuckerreiche Fütterung schwerer Arbeitspferde 16

Arbeiten aus dem Landw. Versuchsfeld der Universität Göttingen.

Geilmann, Dr., Der Eschboden und seine Düngerbedürftigkeit. (Mit 1 Abbildung.) 53

Blanck, E., und **Petersen**, H., Über die Verwitterung des Granits am Wurmberge bei Braunlage im Harz, zugleich ein Beitrag zur Frage nach der Bedeutung des VAN BEMMELENschen Verwitterungs-Silikates für die Kennzeichnung von Bodentypen und Verwitterungsart . . . 181

Fischer, Dr. phil. **Walther**, Variabilitätsstudien beim Wiesenschwingel. Ein Beitrag zur Gräserzüchtung 121

Schmidt, Prof. Dr., Über neuere Versuche zur frühzeitigen Feststellung der Trächtigkeit 1

1. Der frühzeitige Trächtigkeitsnachweis bei Schweinen mittels der Interferometrischen Methode. Von **E. Wendt**, Assistent, Göttingen 9
2. Von welchem Zeitpunkt ab läßt sich die vorhandene Trächtigkeit bei Schweinen vermittelst der Interferometrischen Methode erkennen? Von **A. Sax**, Assistent, Göttingen 14

Bücherbesprechungen.

Aereboe, Dr. phil. **Friedrich**, Allgemeine landwirtschaftl. Betriebslehre 117

Babowitz und **Staffeld**, Ratgeber zur Sortenwahl 211

Berichte über Landwirtschaft 120

Disselhorst, Prof. Dr. **Rudolf**, Die Anatomie und Physiologie der großen Haustiere mit besonderer Berücksichtigung der Beurteilungslehre des Pferdes 214

Eickstedt, Dr. **Claus von**, Wahre Arbeitsgemeinschaft auf dem Lande 213

Fauser, Oberbaurat **Otto**, Meliorationen 216

Floericke, Dr. **Kurt**, Heuschrecken und Libellen 52

Fruwirth, Prof. Dr. **C.**, Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung 51

— —, Die Züchtung kolonialer Gewächse 119

Grantz, Prof. **Max**, Kulturtechnische Baukunde 119

JAN 29 25

565183

Seite

Grimmer, Prof. Dr. **W.**, Leitfaden der Milchhygiene für Land- und Milchwirte, Nahrungsmittelchemiker und Behörden 215
Hansen, Prof. Dr. **J.**, Pusch's Lehrbuch der allgemeinen Tierzucht . 116
— —, Lehrbuch der Rinderzucht 117
— —, Zeitfragen aus dem Gebiet des Kontrollvereinswesens . . . 212
Hollrung, Prof. **M.**, Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten 211
Horlacher, Dr. **Mich.**, Das Agrarprogramm der Sozialdemokratie . . 210
Jahrbuch der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 212
Kiessling, Prof. Dr. **L.**, Landwirtschaftliche Hefte 51
Mach, Prof. Dr. **E.**, Jahresbericht für Agrikulturchemie 120
Mitteilungen des schweizerischen Bauernsekretariats Nr. 72 und 73 . 215
Morstatt, Regierungsrat Prof. Dr. **H.**, Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur. Das Jahr 1921 52
— —, Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur. Das Jahr 1922 . . 214
Niggl, Ludwig, Das Grünland in der neuzeitlichen Landwirtschaft . 212
Nolte, Dr. **O.**, Gründüngung in Theorie und Praxis 210
Nowikoff, M., Die Bodenprotozoen 210
Onderzoek naar de Samenstellingen voederwaarde van het friesche hooi 52
Schindler, Prof. Dr. **Franz**, Handbuch des Getreidebaus 118
Strecker, Prof. Dr. **W.**, Die Kultur der Wiesen 118
— —, Erkennen und Bestimmen der Wiesengräser 119
Untersuchungen betreffend die Rentabilität der schweizerischen Landwirtschaft im Erntejahre 1921/22. I. Teil 216
Walther, Karl, Die landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte . . 214
Wollenweber, Dr. **H. W.**, Krankheiten und Beschädigungen der Kartoffel 216

24810
31
Dec

Über neuere Versuche zur frühzeitigen Feststellung der Trächtigkeit.

Von

Prof. Dr. SCHMIDT, Göttingen.

Eine einwandfrei sicher arbeitende leicht zu handhabende Methode zur frühzeitigen Feststellung der Trächtigkeit bei unseren größeren Haustieren könnte für den Tierzüchter und Tierhalter von großer Bedeutung werden. Manche Schäden und Enttäuschungen blieben den Besitzern wertvoller Zuchttiere, besonders in der Pferdezucht, erspart, wenn sie über den Erfolg oder Mißerfolg der Begattung kurze Zeit nach dem Deckakt im Klaren wären; mancher Prozeß im Handel mit tragenden Tieren wäre zu vermeiden, und die großen volkswirtschaftlichen Verluste, die dadurch entstehen, daß man vorliegende Trächtigkeit nicht rechtzeitig erkennt, und trächtige Tiere zur Schlachtbank führt, könnten behoben werden, wenn sich die Trächtigkeit frühzeitig sicher ermitteln ließe.

Wohl gibt es eine ganze Reihe äußerer Anzeichen, die es ermöglichen, zeitig auf Gravidität zu schließen, z. B. Veränderungen im Benehmen der Tiere, Ausbleiben der Brunst und Ähnliches mehr. Diese Anzeichen sind aber meist unzuverlässig. Die Palpalation und Auskultation sind schon sicherer, geben aber erst verhältnismäßig spät einwandfreie Ergebnisse. Die innere Untersuchung durch den Tierarzt bei größeren Haustieren verlangt große Übung und kommt, wenn zutreffende Resultate erzielt werden sollen, als Frühdiagnose nicht in Frage.

Unter diesen Umständen ist es verständlich, daß ABDERHALDENS Lehre von den Abwehrfermenten und ihre Nutzbarmachung zur frühzeitigen Feststellung der Trächtigkeit weitgehendes Interesse

auch in landwirtschaftlichen Kreisen erregt hat und daß immer wieder versucht wird, die von ihm erforschten wissenschaftlichen Grundlagen der großen Praxis dienstbar zu machen, die bisher nur in beschränktem Umfange Nutzen aus ihr ziehen konnte.

Auch die Versuche, über deren Ergebnis hier kurz berichtet werden soll, verfolgen diesen Zweck.

Über den Gedankengang, der der frühzeitigen Trächtigkeitsdiagnose nach ABDERHALDEN zugrunde liegt, kann ich mich kurz fassen:

Es ist eine bekannte Tatsache, daß das Blut im tierischen Körper stets eine in engen Grenzen schwankende gleichmäßige Zusammensetzung besitzt. Dieser Umstand ist für die Ernährung der Körperzellen deshalb von großem Wert, weil dadurch der Stoffwechsel der Organzellen wesentlich vereinfacht wird. Trotzdem das Ernährungsmaterial, das dem Körper von außen her zufließt, Stoffe von den verschiedenartigsten Zusammensetzungen enthält, brauchen die Körperzellen nur auf die Verarbeitung ganz bestimmter Verbindungen, die sich regelmäßig im Blut vorfinden, eingestellt zu sein. Ihre Leistungsfähigkeit für die besonderen Aufgaben, die sie im Interesse des Gesamtorganismus durchzuführen haben, wird dadurch wesentlich erhöht.

ABDERHALDEN hat für die für gewöhnlich im Blut vorhandenen Bestandteile die Bezeichnung „bluteigen“ geprägt. Alle Stoffe, die normalerweise im Blute nicht vorkommen, nennt er „blutfremd“; sie müssen aus dem Blute entfernt werden, weil sie einem normalen Verlauf des Stoffwechsels hinderlich sind.

Deshalb sind auch die Organzellen selbst so eingestellt, daß sie bei ihrem eignen Stoffwechsel keinerlei Material in das Blut entlassen, das nicht in die normale Zusammensetzung des Blutes paßt und als „blutfremd“ aufzufassen wäre.

Wenn so unter gewöhnlichen Verhältnissen nur „bluteigene“ Stoffe im Blute enthalten sind, so besteht trotzdem die Möglichkeit, daß in Ausnahmefällen unter besonderen Umständen „blutfremde“ Stoffe in die Blutbahn einzudringen vermögen und zwar kann dieses Eindringen auf verschiedene Ursachen zurückzuführen sein.

Zunächst kann es vorkommen, daß durch Störungen beim Verdauungs- und Resorptionsvorgang blutfremdes Ernährungsmaterial ins Blut gelangt.

Weiterhin können ganze Zellen als blutfremde Stoffe in der Ernährungsflüssigkeit auftreten, z. B. Mikroorganismen oder auch losgerissene Organzellen z. B. bei etwa bestehenden Geschwülsten oder Verletzungen.

Endlich ist der Fall denkbar, daß bestimmte Körperzellen unter pathologischen Verhältnissen ihren Stoffwechsel nicht zu Ende führen und Stoffe in die Blutbahn entlassen, die noch nicht genügend abgebaut und als „blutfremdes" Material anzusprechen sind.

Alle diese Vorkommnisse bergen Gefahren für den Körper in sich, die beseitigt werden müssen.

Es ist Abderhaldens Verdienst, festgestellt zu haben, in welcher Weise sich der Körper vor solchen Gefahren schützt.

Er konnte zunächst nachweisen, daß im Blute, wenn man ihm unter Umgehen des Darmkanals „blutfremde" Stoffe zuführt, Fermente, sogenannte Abwehrfermente, auftreten, die die Fähigkeit haben, die betreffenden blutfremden Stoffe in ihre einfachsten Bausteine zu zerlegen und sie somit für die Körperzellen aufnahmefähig und verwertbar zu machen. Es zeigte sich, daß diesen Fermenten eine gewisse spezifische Wirkung dergestalt zukommt, daß nach künstlicher Zufuhr von z. B. „blutfremdem Eiweiß" nur solche Fermente auftraten, die in der Lage waren, nur Eiweiß zu spalten, nicht aber Kohlehydrate und Fette, und umgekehrt.

Diese Feststellung veranlaßte Abderhalden weiterhin zu prüfen, ob solche Fermente auch ausgesandt werden, wenn die Körperzellen von sich aus in besonderen Fällen „blutfremdes" Material absondern. Zu Studien nach dieser Richtung hin boten die bei Schwangerschaft vorliegenden Verhältnisse das geeignetste Material.

Im Verlauf der Schwangerschaft gelangen nämlich von Zeit zu Zeit Zelltrümmer der äußersten Eihaut des Fötus, des Chorions, in das mütterliche Blut und wirken dort als Fremdkörper. Der Organismus antwortet auf diesen Vorgang dadurch, daß er Abwehrfermente aussendet, um die dem Blute nicht vertrauten Stoffe durch Abbau unschädlich zu machen.

Abderhalden fand, daß diese Plazentaeiweiß abbauenden Fermente streng spezifische Wirkung zeigten, d. h. sie bauten nur Plazentaeiweiß ab, nicht aber das Eiweiß anderer Organe, z. B. der Muskeln oder der Niere.

Derartige Fermente, die streng spezifisch auf Plazentaeiweiß wirken, konnten im Blut Nichtschwangerer nie ermittelt werden.

Noch ein weiteres Ergebnis zeitigten Abderhaldens Versuche: Da das Auftreten plazentaspezifischer Fermente an das Vorkommen von Chorionzottenepithel gebunden war, konnte Abderhalden die Fermente nur zeitweise im Blute erwarten, weil eine dauernde Verschleppung von Chorionzotten ins mütterliche Blut als sehr unwahrscheinlich erschien.

Es zeigte sich aber aus zahlreichen Versuchen, daß die betreffenden Fermente während der ganzen Dauer der Schwangerschaft und noch einige Zeit darüber hinaus im Blute vorkamen. Damit verlor die Annahme an Wahrscheinlichkeit, daß die abgelösten Chorionzotten allein den Anlaß zur Fermentbildung geben sollten.

Gegen die Annahme, daß die Fermente lediglich zum Abbau von Chorionzotten abgesondert würden, sprach auch die Tatsache, daß auf Plazentaeiweiß eingestellte Fermente auch bei Tierarten vorgefunden wurden, deren Plazentaverhältnis eine Verschleppung von Chorionzotten ins mütterliche Blut ausgeschlossen erscheinen läßt, z. B. bei Wiederkäuern, Pferden und Schweinen, bei denen keine direkte Verbindung zwischen den Zotten und mütterlichen Gefäßen besteht.

Dem Auftreten von Abwehrfermenten, die auf Plazentaeiweiß eingestellt sind, mußten also noch andere Ursachen zugrunde liegen. Sie sind auch in Übereinstimmung mit Abderhaldens Auffassung in folgenden Verhältnissen zu suchen:

Die schnelle Entwicklung des jungen Zellstaates, der den Fötus darstellt, bedingt außerordentlich rege Stoffwechselvorgänge in der die Ernährung des Fötus vermittelnden Plazenta. Die Zellen der schon sehr frühzeitig auftretenden Plazentavorstufen und der Plazenta selbst sind den an sie gestellten Anforderungen bei der Lebhaftigkeit und Schnelligkeit des Stoffwechsels zum Teil nicht gewachsen und entlassen noch nicht genügend abgebaute Zellbestandteile ins Blut, die noch blutfremden Charakter tragen. Der Körper reagiert auf diese Störungen, die sich schon sehr frühzeitig nach Eintreten der Schwangerschaft bemerkbar machen, genau so wie beim zeitweisen Eindringen von Chorionzotten. Er macht also in diesem Falle plazentaspezifische Ab-

wehrfermente mobil, die im Blute Nichtschwangerer naturgemäß immer fehlen.

Wie sind diese gesamten Verhältnisse nun für die Schwangerschaftsdiagnose auszunutzen?

Gelingt es in dem Blutserum eines Tieres Fermente nachzuweisen, die Plazentaeiweiße abzubauen vermögen, so kann man auf das Vorhandensein einer lebenden Plazenta und somit auch auf Schwangerschaft schließen. Umgekehrt folgt aus einer negativen Reaktion, daß keine Gravidität vorliegt.

Die Feststellung der Fermente im Serum kann so durchgeführt werden, daß man das zu untersuchende Blutserum mit präpariertem Plazentaeiweiß zusammenbringt und prüft, ob eine Zersetzung desselben eintritt oder nicht. Zu diesen Untersuchungen sind von Abderhalden zwei Verfahren ausgearbeitet worden, das Dialysierverfahren und die optische Methode, Verfahren, die nicht leicht durchzuführen sind und zweifellos eine Reihe von Fehlermöglichkeiten in sich bergen, die nur der sehr geübte Untersucher umgehen kann. Es würde zu weit führen, auf die Methodik dieser beiden Verfahren hier näher einzugehen.

An Hand dieser Methoden ist geradezu eine Massenproduktion von Arbeiten über die Schwangerschaftsdiagnose zunächst beim Menschen erfolgt mit sehr wechselnden Ergebnissen.

Abderhalden selbst erzielte bei seinen Untersuchungen 100% zutreffender Resultate. Eine große Zahl von Versuchsanstellern stimmte ihm zu und sprach sich rückhaltlos für den praktischen Wert der Methoden aus.

Andere verhielten sich völlig ablehnend. Sie erklärten auf Grund ihrer Versuche, daß sich das Serum Schwangerer in keiner irgendwie erkennbaren praktisch verwertbaren Weise anders verhält als das Serum Nichtschwangerer.

Weitaus die Mehrzahl der Untersucher hielt sich in der Mitte. Zumeist stellten sie fest, daß der negative Ausfall der Reaktion, also das Nichtvorhandensein von Abwehrfermenten zwar gegen Schwangerschaft spreche, ein positiver aber nicht unbedingt beweisend sei, also Nichtschwangere unter Umständen ebenfalls Plazenta abzubauen vermöchten.

Auch bei Tieren wurde das Abderhaldensche Verfahren häufig nachgeprüft, ebenfalls mit sehr schwankenden Ergebnissen. Teils wird behauptet, das Verfahren ermögliche mit größter Sicherheit

die frühzeitige Feststellung der Trächtigkeit, andere Versuchsansteller sind viel zurückhaltender. Sie stellen fest, daß man mit einem großen Prozentsatz von Fehlerresultaten rechnen müsse, weil die Verfahren sehr schwierig zu handhaben seien. Wieder andere behaupten, auch bei völlig fehlerfreiem Arbeiten müsse man viele Fehlergebnisse in den Kauf nehmen, die nicht auf Versuchsfehler und Mängel der Methodik, sondern auf Störungen im Organismus selbst, die der Versuchsansteller nicht auszuschalten vermöge, zurückgeführt werden müßten. Sie bezweifeln also, daß die Diagnose der Trächtigkeit auf der Basis der Abderhaldenschen Lehre überhaupt Erfolg habe. So bestreiten einige das Vorkommen plazentaspezifischer Fermente im Blut tragender Tiere völlig, andere erkennen wohl die Existenz derselben an, rechnen aber mit gleichzeitigem Vorkommen anderer unspezifischer Fermente im Blute, die ebenfalls Plazentaeiweiß abzubauen in der Lage seien. Da diese sowohl bei tragenden, als bei nichttragenden Tieren vorkommen könnten, sei eine Unterscheidung dieser beiden Klassen durch Abbau oder Nichtabbau unmöglich.

Einen sehr wesentlichen Anteil an diesem nichtspezifischen Plazentaabbau wird dem ausnahmsweisen Auftreten von Verdauungsfermenten im Blut zugeschrieben. Es wird behauptet, daß unter bestimmten anormalen Verhältnissen Verdauungsfermente in die Blutbahn sezerniert würden, die dann im Versuch Plazentaeiweiß wie jedes andere Eiweiß zersetzen könnten; da dieser Zwischenfall sowohl bei tragenden als bei nichttragenden Tieren denkbar sei, könnte der Abbau von Plazentaeiweiß kein Beweis für vorliegende Trächtigkeit sein.

Wir sehen also, daß die verschiedenen Versuchsansteller bei der Anwendung der Abderhaldenschen Methoden zur frühzeitigen Erkennung der Trächtigkeit zu ganz verschiedenen Ergebnissen gekommen sind und damit zu sehr wechselnden Auffassungen über die Richtigkeit und Bedeutung der Abderhaldenschen Abwehrfermenttheorie überhaupt.

Es liegt die Annahme nahe, daß diese verschiedenen Resultate und Ansichten zu einem großen Teil der immerhin schwierigen Methodik, die bisher üblich war, zuzuschreiben sind; hierdurch sind viele Versuchsansteller zweifellos verhindert worden, ebenso einwandfreie, die Abderhaldensche Lehre stützende Ergebnisse zu erzielen, wie sie Abderhalden selbst aufweisen kann.

Es war daher geboten, zur Klärung der ganzen Frage die Methoden zur Prüfung des Serums auf Abwehrfermente zu vereinfachen. Erst eine ohne große Schwierigkeiten durchzuführende Arbeitsweise, bei der Fehlerquellen nach Möglichkeit vermieden werden, ermöglicht an Hand großer Versuchsreihen eine Entscheidung darüber, ob die von seiten vieler Versuchsansteller erwähnten Störungen der Reaktion durch zum Teil unübersehbare und nicht zu beeinflussende Faktoren bei gesunden Zuchttieren so häufig sind, daß die Abderhaldensche Abwehrfermenttheorie zur Diagnose der Trächtigkeit überhaupt nicht praktisch verwertbar wird.

Unter den zahlreichen Methoden, die die Abderhaldenschen Arbeitsweisen zu vereinfachen suchten, scheint die größte Beachtung zu verdienen die „Interferometrische Methode" nach Hirsch, die mit einem von der Firma Zeiß-Jena gebauten Apparat arbeitet. Diese Methode ist eine optische. Sie beruht auf dem Prinzip, daß bei der Einwirkung eines Serums von Schwangeren auf Plazentagewebe das im Serum unlösliche Eiweiß durch Fermentwirkung zu löslichen Peptonen abgebaut wird. Die in Lösung gehenden Abbauprodukte verursachen eine Konzentrationszunahme des Serums, die durch Messung gegen eine Probe gleichen Serums ohne Plazentazusatz vermittelst des Interferometers festgestellt werden kann.

Soweit serologische Methoden überhaupt einfach gestaltet werden können, scheint dieses Ziel durch die „Interferometrische Methode" erreicht zu sein. Auch Neulinge auf serologischem Gebiet können sich in verhältnismäßig kurzer Zeit mit dem Interferometer und der Arbeitsweise an demselben vertraut machen. Die Anwendung wird dadurch außerordentlich erleichtert, daß die zur Untersuchung erforderlichen Plazentapräparate in vorgeschriebener geprüfter Beschaffenheit für die einzelnen Tierarten fertig von dem pharmazeutischen Institut von L. W. Gans, A.-G. Oberursel i. T. zu beziehen sind. Auf diese Weise ist die Verwendung einheitlicher fehlerfreier Substrate ermöglicht und somit die größte Schwierigkeit, die bei allen Untersuchungen auf Abwehrfermente besteht, beseitigt.

Die Blutentnahme und das Verschicken des Serums an die mit einem Interferometer ausgestatteten Anstalten muß natürlich unter allen aseptischen Vorsichtsmaßregeln vom Tierarzt vor-

genommen werden; ebenso ist naturgemäß bei der Durchführung der Untersuchungen auf strengste Asepsis zu achten, damit bakterielle Verunreinigung des Serums möglichst vermieden werden.

Bei der Schwangerschaftsdiagnose beim Menschen hat sich das interferometrische Verfahren bis jetzt sehr gut bewährt.

Ausgedehnte Untersuchungen an Tieren liegen zurzeit nur in drei größeren Versuchsreihen an Pferden und Schweinen vor.

Das Ergebnis der Untersuchungen an 110 Pferden ist kurz zusammengefaßt das folgende:

1. Die interferometrische Methode gestattet eine Unterscheidung der nichtträchtigen Pferde von den trächtigen.

2. Es ist mit dem genannten Verfahren eine Graviditätsdiagnose bei Stuten in einem sehr frühzeitigen Trächtigkeitsstadium möglich. Es gelang vom 14. Tage nach dem erfolgreichen Belegen ab die ganze Gestationsperiode hindurch spezifisch auf Plazenta-Eiweiß eingestellte Abwehrfermente im Serum der Stuten nachzuweisen.[1])

Über die Versuche, die mit Schweinen angestellt worden sind, soll weiter unten eingehender berichtet werden. Auch sie haben erfolgversprechende Resultate gezeitigt.

Natürlich scheint es geboten, die bisherigen Ergebnisse durch weitere ausgedehnte Untersuchungen zu stützen. Auch wird es nach den jetzt gemachten Erfahrungen nötig sein, die Durchführbarkeit des serologischen Trächtigkeitsnachweises unter Benutzung der „Interferometrischen Methode“ für jede Tierart besonders zu prüfen. Die Plazenta- und Stoffwechselverhältnisse sind ja nicht bei allen Tieren dieselben, so daß immerhin die Wahrscheinlichkeit besteht, daß bei einer Tierart die Reaktion streng gesetzmäßig verläuft, bei einer anderen hingegen Störungen auftreten.

---

[1]) Germann, Über den frühzeitigen Trächtigkeitsnachweis bei Pferden nach der „Interferometrischen Methode“. Landwirtschaftliche Jahrbücher. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1922.

1. Der frühzeitige Trächtigkeitsnachweis bei Schweinen mittels der Interferometrischen Methode

nach Untersuchungen von EMIL WENDT, Assistent am Tierzuchtinstitut der Universität Göttingen.

Die nachstehend verzeichneten Untersuchungen wurden in den Jahren 1921 und 1922 unter Mitwirkung des Stabsveterinärs a. D. Dr. HERBINGER im Tierzuchtinstitut der Universität Göttingen durchgeführt. Das Versuchsmaterial entstammte teils dem Schlachthofe in Göttingen, teils dem Versuchsgute Friedland bei Göttingen. Ausgehend von der Annahme, daß unspezifische, zu Fehlergebnissen führende Fermentwirkungen sich besonders bei nichtträchtigen Tieren zeigen müßten, wurden neben gedeckten Sauen noch eine größere Anzahl von ungedeckten Tieren und Ebern zu den Untersuchungen herangezogen. Insgesamt wurden 100 Schweine zum Teil mehrmals untersucht.

Wenig angenehm gestaltete sich die Blutentnahme. Ein Herankommen an größere Venen war wegen der dem ganzen Körper des Schweines anliegenden Fettpolsters unmöglich. Infolgedessen mußte das Blut aus einer Ohrvene entnommen werden, eine Maßnahme, die zu manchen Unzulänglichkeiten Anlaß gab. Die Ohrvenen erwiesen sich meist als so klein, daß nur eine Nadel mit geringem Lumen Verwendung finden konnte. Die Folge war häufiges Gerinnen des Blutes in der Nadel, zumal da unter dem Einfluß des niedrigen Blutdruckes das Ausströmen nur sehr langsam erfolgte. Mehrfache Hämolysen waren somit unausbleiblich. Bei einzelnen Tieren, besonders bei älteren Sauen und solchen mit fleischigen Ohren bot die Blutentnahme

insofern besondere Schwierigkeiten, als die derbe Haut die darunterliegenden Blutgefäße nicht mehr durchscheinen ließ. Mehrfaches vergebliches Einstechen führte dann naturgemäß zu einer starken Beunruhigung der Tiere und erschwerte somit die Gewinnung absolut steriler Proben. Im allgemeinen hat sich die Blutentnahme bei jüngeren großohrigen Tieren am leichtesten erwiesen. Daß bei Gewinnung der Proben auf strengste Asepsis geachtet wurde, ist selbstverständlich.

Zur Gewinnung des Serums blieben die Blutproben zunächst ruhig bei Zimmertemperatur stehen. Nach 2—3 Stunden hatte sich aus dem Blutkuchen reichlich Serum ausgepreßt. Dieses wurde in sterile Zentrifugiergläser abgegossen und durch scharfes Zentrifugieren von allen Formelementen befreit. Um Fehler durch bakterielle Verunreinigung nach Möglichkeit auszuschalten, wurde das zentrifugierte Serum mit Vucin bihydrochloricum derart versetzt, daß eine Vucinkonzentration von 1 : 10 000 im Serum erhalten wurde. Nur hämolyseverdächtiges Serum wurde von weiterer Verarbeitung ausgeschlossen, die sich kurz angedeutet folgendermaßen gestaltete: Zwei sorgfältig mit Gummistopfen verschließbare Zentrifugierröhrchen wurden mit Serum allein, beziehungsweise Serum + Plazentagewebe beschickt und genau 24 Stunden bei 37° im Brutschrank aufgehoben. Ließ sich vermittelst des Interferometers ein Konzentrationsunterschied der beiden Serumproben nach dieser Zeit feststellen, so mußte in der mit Plazenta beschickten Serumprobe ein Abbau der unlöslichen Plazenta zu Peptonen eingetreten sein, der auf Vorhandensein von Abwehrfermenten und somit auf Trächtigkeit hinwies. Um die jedem Einzelversuch anhaftende Unsicherheit nach Möglichkeit auszuschalten, wurden stets mindestens zwei Parallelversuche angesetzt, und zwar der eine mit selbstgefertigter Plazenta, der andere mit einem von der Firma Gans-Oberursel bezogenen Substrat.

Die Ergebnisse der Arbeiten sind die folgenden: Bei 18 von 20 Ebern zeitigte die Reaktion ein richtiges Resultat. Bei den übrigen beiden Tieren mißglückten die Versuche, da die Sera durch bakterielle Zersetzung trübe geworden waren.

Bei 44 nichttragenden Sauen konnte in 38 Fällen eine richtige Diagnose gestellt werden. 3 Diagnosen waren falsch. 2 weitere Fälle mußten als fraglich bezeichnet werden. Eine Untersuchung mißglückte wegen Trübung des Serums. Für die

Deutung der 3 Fehlergebnisse können leider nur Mutmaßungen herangezogen werden.

Die fraglichen Sauen machten äußerlich einen durchaus gesunden Eindruck. Eine Schlachtung zwecks Feststellung innerer Krankheiten, die vielleicht den falschen Ausfall der Reaktion bedingt haben könnten, lag außer dem Bereich der Möglichkeit. Die Sau 68 Friedland war am 19. 9. gedeckt. Bei der Untersuchung am 20. 9. war der Reaktionsbefund negativ. Irgendwelche, auf Plazenta eingestellten Fermente konnten also im Blute der Sau nicht enthalten sein. Vom 26. 9. ab reagierte die Sau bei 3maliger Untersuchung positiv, so daß nunmehr mit Trächtigkeit gerechnet werden mußte. Die Sau rauschte jedoch am 17. 10. wieder und wurde erneut gedeckt. Weitere Untersuchungen sprachen immer wieder für Trächtigkeit. Die Sau war bei Abschluß der Arbeit im Februar hochtragend, doch konnte die Trächtigkeit erst vom 2. Deckakt am 17. 10. herrühren, andererseits hätte das Tier schon Mitte Januar ferkeln müssen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß auch der 1. Deckakt erfolgreich gewesen, daß aber eine Fehlgeburt eingetreten ist. Wäre der bei der 3maligen Untersuchung am 26. 9., 29. 9. und 5. 10 gezeitigte Plazentaabbau nicht durch Trächtigkeit veranlaßt, sondern auf irgendwelche, durch pathologische Verhältnisse bedingte unspezifische Fermentwirkungen zurückzuführen, so müßte es ein großer Zufall sein, wenn diese nicht schon bei der kurz vorher, am 20. 9. erfolgten Untersuchung in Erscheinung getreten wären.

Jedenfalls ist es nach Lage der Dinge keinesfalls sicher, daß die bei der Sau 68 auf Grund der Untersuchung vom 26. 9., 29. 9. und 5. 10. gestellte Diagnose falsch war und somit ein Fehlresultat zu verzeichnen ist.

Möglicherweise liegen die Verhältnisse ebenso bei Sau 15 Friedland. Auch diese ergab bei der ersten, 4 Tage nach dem Deckakt erfolgten Untersuchung, ein negatives Resultat. Nach weiteren 4 Tagen reagierte sie positiv. Es ist keineswegs von der Hand zu weisen, daß diese Reaktion durch Trächtigkeit hervorgerufen wurde, die vielleicht später durch einen Abortus unterbrochen wurde.

Dem 3. Fehlergebnis, Sau Nr. 10 Göttingen, müssen andere Ursachen zugrunde liegen, da die Sau nicht gedeckt war. Die Sau reagierte am 16. 9. falsch, am 21. 9. richtig. Vielleicht ist

das Fehlergebnis vom 16. 9. durch Übertritt von Verdauungsfermenten in das Blut bedingt. Die Sau befand sich im Maststall bei ziemlich starker Fütterung. Das Blut wurde zwar morgens entnommen, doch ist es bei der ganzen Fütterung nicht sicher, ob die Sau wirklich nüchtern war, und somit die Gefahr eines Übertritts von Verdauungsfermenten in das Blut nicht vorlag.

Bei zwei weiteren Sauen mußte, wie bereits erwähnt, das Untersuchungsergebnis als fraglich bezeichnet werden, da die Einzelproben nicht übereinstimmende Befunde gaben. Ob ein Organ- oder Versuchsfehler der Anlaß der geringfügigen Differenz gewesen ist, vermag ich nicht zu entscheiden.

Die Untersuchung von 36 trächtigen Tieren ergab 35 richtige Diagnosen. Bei einer Sau gestaltete sich die Blutentnahme wegen der Unruhe des Tieres so schwierig, daß steriles Serum nicht gewonnen werden konnte und schließlich auf die Untersuchung verzichtet wurde.

Von besonderem Interesse bei der Untersuchung dieser Gruppe war die Frage, nach welchem Zeitpunkt nach dem Deckakt die Trächtigkeit frühestens festgestellt werden konnte. Leider war in diesem Punkte eine bestimmte Gesetzmäßigkeit nicht nachzuweisen. 4 Wochen nach erfolgreichem Deckakt waren Abwehrfermente bei allen tragenden Tieren feststellbar. Ob es gelingt, schon vor diesem Termin auf Abwehrfermente zu stoßen, scheint von der individuellen Beschaffenheit des Versuchstieres abzuhängen. Vor dem 8. Tage nach erfolgreichem Deckakt konnte ich die Trächtigkeit bei keinem der untersuchten Tiere feststellen, jedoch gelang dies am 8., 10., 13. und 15. Tage. 2 andere tragende Sauen reagierten nach 3 bezw. $3^1/_2$ Wochen noch nicht. Das beigebrachte Material ist nicht umfangreich genug, um in dieser Frage ein endgültiges Urteil zu fällen. Zusammenfassend ist über den serologischen Trächtigkeitsnachweis bei Schweinen folgendes festzustellen:

1. Der negative Ausfall der Reaktion spricht mit hoher Sicherheit gegen die Trächtigkeit der Schweine, wenn der Deckakt wenigstens 4 Wochen zurückliegt.
2. Der positive Ausfall der Reaktion spricht für Trächtigkeit, ist aber für diese nicht absolut beweisend. Positives Ergebnis wird auch gelegentlich bei nichttragenden Sauen eintreten können, wenn unter pathologischen Verhältnissen

unspezifische Fermente, insbesondere Verdauungsfermente im Blute kreisen.

3. Die Feststellung der Trächtigkeit bei Schweinen gelingt häufig schon 8 Tage nach dem Deckakt, doch liegt innerhalb der dem Decken folgenden 4 Wochen eine bestimmte Gesetzmäßigkeit für das Auftreten der Abwehrfermente nicht vor. 4 Wochen nach dem erfolgreichen Deckakt läßt sich die Trächtigkeit stets nachweisen.[1])

Zweifellos muß zugestanden werden, daß bei dem serologischen Trächtigkeitsnachweis gelegentlich einmal Versager eintreten können. Das sollte aber nicht hindern, das aussichtsreiche Verfahren der landwirtschaftlichen Praxis nutzbar zu machen und damit gleichzeitig das ganze Arbeitsgebiet weiter zu ergründen und zu fördern.

---

[1]) Der Abdruck des Zahlenmaterials, das die Untersuchungsergebnisse belegt, konnte der hohen Kosten wegen nicht erfolgen; es ist einzusehen in der Dissertation: E. Wendt, Der frühzeitige Trächtigkeitsnachweis bei Schweinen mittels der Interferometrischen Methode. Universitätsbibliothek Göttingen.

2. Von welchem Zeitpunkt ab lässt sich vorhandene Trächtigkeit bei Schweinen vermittelst der Interferometrischen Methode erkennen?

Von

A. SAX, Assistent am Tierzuchtinstitut der Universität Göttingen.

Die vorliegende Arbeit war als Vervollständigung und Ergänzung der ebenfalls im hiesigen Tierzuchtinstitut unter Leitung und Anweisung Herrn Prof. Jonas Schmidts angestellten Untersuchungen E. Wendts über serodiagnostische Trächtigkeitsbestimmungen gedacht, speziell sollte näher untersucht werden, wann frühestens die Trächtigkeit bei Schweinen mittels der Interferometrischen Methode festgestellt werden konnte. Die Versuchsanordnung war derartig, daß einige Tage nach dem Deckakt das Serum der gedeckten Tiere auf Anwesenheit von Abwehrfermenten, die spezifisch auf Plazenta gerichtet waren, untersucht wurde, dann in Abständen von 6—8 Tagen ein zweites und drittes Mal. Leider war es technisch unmöglich, das Serum frisch gedeckter Tiere von Tag zu Tag zu untersuchen. Die Tiere wurden durch zu häufige und zu bald wiederholte Blutentnahme so aufgeregt und benahmen sich derartig ungebärdig, daß in diesem Falle eine sterile Blutgewinnung unmöglich war. Jeder Versuch wurde zur Kontrolle doppelt angesetzt. Auf die Herstellung des notwendigen Plazentasubstrates verzichtete ich, da mir dasselbe von der Firma Gans-Oberursel geliefert werden konnte. Besondere Sorgfalt verwandte ich darauf, nicht einwandfreie Seren von vorneherein von den Versuchen auszuschließen.

Insgesamt habe ich 120 verschiedene Seren untersucht, davon 61 Seren von einwandfrei nicht gedeckten Tieren und 59 Seren von gedeckten Tieren. Das Blut der nichttragenden Tiere stammte von auf dem hiesigen Schlachthofe geschlachteten Borgschweinen

und Sauen, deren Nichtträchtigkeit durch den Schlachtbefund einwandfrei nachgewiesen werden konnte. Voraussetzung war stets, daß den Tieren nur in nüchternem Zustande Blut entnommen wurde, da sich bei kurz vorher gefütterten Tieren Stoffe im Blute finden, die ein genaues Arbeiten erschweren oder ganz unmöglich machen.

Die Blutentnahme erfolgte durch Anstechen einer Ohrvene. Die Methodik ist dieselbe, wie sie von E. Wendt oben beschrieben wurde.

Von den 61 Versuchen mit ungedeckten Tieren ergab ein Serum einen kleinen Abbau, der wahrscheinlich durch hämolytisches Serum verursacht ist. Bei einem 2. Serum ergab eine Probe ein falsches Resultat, während die Kontrollprobe ein richtiges Ergebnis lieferte. Offenbar liegt hier ein Versuchsfehler vor. Alle anderen Versuche stimmten mit dem Schlachtbefund überein.

Bei den gedeckten Tieren ergaben sich mit einer Ausnahme stets richtige Resultate.

Nach den vorliegenden Untersuchungen läßt sich die Frage, wann frühestens die Trächtigkeit mittels der Interferometrischen Methode festgestellt werden kann, dahin beantworten, daß man mit erheblichen individuellen Unterschieden rechnen muß, und daß sich demgemäß ein Zeitpunkt nur innerhalb gewisser Grenzen angeben läßt. Bei der Untersuchung von sich später als tragend erweisenden Sauen ergab sich bis zum 8. Tage nach dem Sprunge nie ein Abbau, am 9. und 10. Tage meist kein Abbau, ähnlich am 11. Tage. Deutliche Reaktionen beobachtete ich frühestens mit dem 13.—19. Tage. Bis zum 23. Tage nach erfolgreichem Sprunge waren in allen untersuchten Fällen spezifische Fermente nachzuweisen.

Die Untersuchungen ergeben also in Übereinstimmung mit Wendt, daß bei sorgfältiger Arbeit und einwandfreiem Material Fehldiagnosen bei der Feststellung der Trächtigkeit mittels der Interferometrischen Methode bei Schweinen selten sind und weiterhin, daß vorhandene Trächtigkeit bereits 2—3 Wochen nach dem Deckakt nachgewiesen werden kann.[1])

[1]) Die genauen zahlenmäßigen Belege für jeden einzelnen Versuch konnten der hohen Kosten wegen nicht zum Abdruck gelangen. Sie sind niedergelegt in der Dissertation Sax: Von welchem Zeitpunkt ab läßt sich vorhandene Trächtigkeit bei Schweinen vermittels der Interferometrischen Methode erkennen? Universitätsbibliothek Göttingen.

Arbeit aus dem Agrikulturchemischen und bakteriologischen Institut der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau in Schlesien, 1922.

Eiweissarme, aber zuckerreiche Fütterung schwerer Arbeitspferde.

Zur Pferdefütterung mit hochwertigen Futterrunkeln.

Von

Dr. MAX ASAM.

(Hierzu 1 Tafel.)

Wir wissen heute durch die Ergebnisse vieler exakter Fütterungsversuche, daß weder die physiologischen Vorgänge bei der Lebenserhaltung der Tiere noch die stofflichen Umlagerungen, welche bei der Erzeugung von Fleisch, Fett, Milch und Kraft stattfinden, an ein starres Verhältnis der einzelnen Nährstoffgruppen im Futter gebunden sind; denn die tierische Wärme, die Muskelkraft und das Körperfett können sowohl aus Eiweiß wie aus Fetten und Kohlenhydraten des Futters erzeugt werden.

Von ganz besonderer Bedeutung ist hier die Tatsache, daß der Bedarf an Nahrungseiweiß sich durch reichliche Zufuhr stickstoff-freier Stoffe allerdings nur bis zu einem gewissen, aber beim ausgewachsenen, weder Milch gebenden noch tragenden Tier, sehr beachtenswerten Umfange ohne jeden Nachteil für den tierischen Organismus und seine vielseitigen Aufgaben einschränken läßt. Schon C. Voit und wieder O. Kellner beobachteten eine solche eiweißsparende Wirkung bei Verfütterung von Stärke, Rohrzucker und Traubenzucker.[1])

Die weiten Grenzen, innerhalb deren sich die Nährstoffe vertreten können, sind bei der Fütterung in der Praxis von allergrößter wirtschaftlicher Bedeutung. Denn bedenkt man, daß die Produktionskosten und daher auch der Preis des Eiweißes zumal

[1]) Zeitschrift für Biologie 5. Bd., 1869, S. 431, Voit. — Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 121 ff., Kellner.

heute, viel höher sind als die der Kohlenhydrate, so ist es ohne weiteres ersichtlich, daß der Schwerpunkt einer rationellen Fütterung darin liegen muß, den Tieren nur soviel Eiweiß zu verabreichen, als sie eben zur Sicherung der vollständigen Verwertung ihres Futters brauchen, und zur Produktion von Fett und mechanischer Arbeit nach Möglichkeit die bedeutend billigeren Kohlenhydrate heranzuziehen.

In Friedenszeiten konnte allerdings ein solch regulatorisches Moment — wie es in ihrer Wirkungsweise die Kohlenhydrate darstellen — eher etwas vernachlässigt werden. Der Krieg jedoch und besonders die Nachkriegszeit haben hier gründlich Wandlung geschaffen. Waren vorher die Erzeugungskosten für Eiweiß und Kohlenhydrate, natürlich bei den üblichen Schwankungen, doch verhältnismäßig innerhalb enger Grenzen gelegen, so sind sie jetzt für Eiweiß gegenüber den Kohlehydraten in weitestem Maße emporgeschnellt. Was hinderte früher daran, die Tiere gewissermaßen zur Sicherheit eiweißreicher zu ernähren als nötig gewesen wäre, da auch noch der Düngerwert des Eiweißes zu dessen Gunsten sprach, zumal der Mensch selbst mit dem besten Beispiel voranging. Diesen Luxus darf sich der deutsche Landwirt von heute nicht mehr erlauben.

Die zur Zeit sprunghaft fortschreitende Geldentwertung (November 1922), die damit verbundene Unmöglichkeit der Bezahlung ausländischer und die ungesund hohen Preise der inländischen Kraftfuttermittel haben auf dem Futtermarkte eine trostlose Lage geschaffen. Von neuem erweisen sich einschneidendste Änderungen in den Fütterungsplänen überall als unbedingt notwendig. Hiervon macht natürlich auch die Pferdefütterung keine Ausnahme, wenngleich tiefgreifendere Änderungen des Futterzettels, als solche schon in den letzten Friedensjahren üblich waren, nur ungern vorgenommen werden dürften. Der Hafer gilt immer noch als allzu unzertrennlich von der Pferdehaltung. Mag er auch unbestritten das beste und bekömmlichste Kraftfutter für Pferde bleiben, so machten schon vor dem Kriege seiner beherrschenden Stellung verschiedene andere Futterstoffe starken Wettbewerb. Es gibt sogar Ersatzfuttermittel, die schließlich, je nach der Art der Pferdehaltung, nahezu ganz für ihn einzutreten vermögen, die dabei weit billiger sind und aus dem eigenen Betriebe stammen können.

Als nämlich im Frieden auf dem Markte immer wieder neue Handelsfuttermittel erschienen, war auch die Pferdefütterung von ihrer bis dahin streng eingehaltenen Norm abgewichen und vielseitiger geworden. Während man vor dieser Zeit von der gewohnheitsmäßigen Ration: Hafer, Häcksel, Heu, schließlich noch einigen Hackfrüchten, Kleie, Schrot und von anderen Getreidearten und Hülsenfrüchten als Beifutter, überhaupt nicht oder nur selten abgegangen war, sah der Futterzettel der Pferde schon damals in den vielen Betrieben ganz anders aus. Ergebnisse einer Umfrage, die HOFFMANN[1]) 1912/13 in dieser Richtung bei Mitgliedern der D. L.-G. veranstaltet hatte, zeigen folgendes Bild:

Es wurden gezählt:

1. Betriebe mit ausschließlicher Haferfütterung als Kraftfutter . . . . . 89 = 21,5 % rund $^1/_8$
2. Betriebe mit teilweisem Haferersatz . . . 279 = 67,4 „ „ $^2/_3$
3. Betriebe mit völligem Haferersatz . . . . 46 = 11,1 „ „ $^1/_{10}$

Dieselbe Umfrage gibt auch Aufschluß über die Art der Ersatzfutterstoffe, und zugleich darüber, in welchem Maße sie in der Pferdefütterung bereits Eingang gefunden hatten.

Schon damals war die Liste der Ersatzfutterstoffe eine recht große und reichhaltige. Wollte man dieselbe Umfrage heute nochmals anstellen, so würden ausländische Kraftfuttermittel wohl in dieser neuen Aufstellung fast ganz fehlen, dagegen viele inländische Futterstoffe, die man früher in den Pferderationen nicht gerne sah, z. B. die Kartoffel[2]), sicher bedeutend öfter und stärker vertreten sein.

Ganz entschieden vermißt man aber unter all den Ersatzfutterstoffen der obigen Umfrage von 1913 — die Futterrunkel, zumal die hochwertige. Es ist dies um so merkwürdiger, als dieselbe doch in der Praxis schon längst wegen ihrer vorzüglichen diätetischen Wirkung, wie der besonderen Vorliebe der Pferde für sie, in den Futterzettel mit aufgenommen war. Wenn sich die Praxis mit ihrer Verfütterung an Arbeitspferde als teilweisem, zuweilen sogar vollständigem Haferersatz befreundet hat, so hat dazu nicht am wenigsten der Krieg und sein unglücklicher Ausgang mitgeholfen. Futternot war auch hier der beste Lehrmeister.

[1]) Mitteilung der D. L.-G. 1915, Stück 7

[2]) Rittmeister WEISSÄRMEL, Schlochau bei Strasburg, Westpreußen, vertrat schon früher die Kartoffelfütterung bei Pferden als äußerst zweckmäßig.

Aus diesen Gesichtspunkten heraus ergab sich für mich die Aufgabe, an Hand eines möglichst exakten Fütterungsversuches nachzuprüfen, innerhalb welcher Grenzen die eiweißarme, aber sonst gehaltreiche Runkel den Hafer bei schweren Kaltblutpferden und den verschiedenen Arbeitsintensitätsstufen zu ersetzen vermag.

Bevor ich jedoch mit dem Bericht über Durchführung und Ergebnisse beginne, ist es mir ehrende Pflicht, Herrn Gutsbesitzer Heinrich Naegel-Crumbach bei Kassel, der mir die Versuchsanstellung unter den schwierigsten Futterverhältnissen und großen pekuniären Opfern ermöglichte, meinen herzlichsten Dank auszusprechen, ebenso auch für seine Ratschläge und die Mitteilungen seiner langjährigen Erfahrung auf dem Gebiet der Runkelfütterung zu danken. Er spendete auch für die Drucklegung der Arbeit 100000 M.

Aufrichtigsten Dank schulde ich auch der Firma Gebr. Dippe-Quedlinburg, Direktor Herr Kühle, welche 100000 M für den Druck der Arbeit zur Verfügung stellte, sowie der Landwirtschaftskammer für den Regierungsbezirk Hessen-Kassel, die 10000 M für den gleichen Zweck gab.

Der Versuch wurde in der Nähe von Kassel/Hessen auf dem Gutshofe des Herrn Heinrich Naegel-Crumbach mit zwei Gespannen durchgeführt. Herr Naegel stellte mir zwar liebenswürdigerweise noch ein drittes als Vergleichsgespann zur Verfügung, das bei der in der Wirtschaft Crumbach üblichen Futterration bleiben und in der Arbeitsleistung und im Gewicht wie die beiden eigentlichen Versuchsgespanne mit beobachtet werden sollte. Da sich indes später eine gleichmäßige Arbeitsverteilung auf alle drei Gespanne nicht ermöglichen ließ und außerdem die Stute des Vergleichsgespannes sich trächtig zeigte, mußte dieses aus der näheren Beobachtung ausscheiden. Die Versuchspferde gehörten wie folgt zusammen:

		Geschlecht	Alter (Jan. 1922)	Rasse	Anfangsgew. in Ztr.
				Deutsches Kaltblut	
Runkelgespann . .	Joffre	Wallach	8	[Belgier]	16,20
„ . .	Max	„	9	„	15,10
Hafergespann . . .	Liese	Stute	11	„	13,56
„ . . .	Grete	„	11	„	13,03

Eine Umgruppierung der Pferde im Interesse einer möglichst gleichmäßigen Übereinstimmung im Alter und Gewicht — etwa

Joffre-Liese, Wallach-Stute — war leider ausgeschlossen, da die Tiere im Gespann nicht zusammengingen. Mein Vorschlag daraufhin, dann wenigsten den beiden Linkspferden die Runkeln, den Rechtspferden den Hafer zu verabreichen, konnte ebenfalls nicht zur Durchführung gelangen, da Liese und Grete im Mai 1921 gedeckt worden waren und Herr NAEGEL die Haferration für den Fall der Trächtigkeit, die nachher aber nicht eintrat, dem wachsenden Fohlen zugute kommen lassen wollte. Die Tiere blieben daher so zusammengestellt, wie sie das immer schon auf dem Hofe waren. Da es nicht zu umgehen war, daß die beiden schwersten Pferde — Joffre-Max — trotz größtmöglichster Rücksichtnahme auf eine gleichmäßige Arbeitsverteilung am meisten Arbeit zu leisten bekämen, so wurden sie als Runkelgespann bestimmt. Allerdings stellte es sich später heraus, daß diese Mehrleistung eine ganz erhebliche war! Für die Bewertung der Versuchsergebnisse ist diese Tatsache trotzdem entschieden günstiger als der umgekehrte Fall es gewesen wäre.

Zum Wiegen der Versuchstiere wie der Futterrationen standen genaugehende Wagen zur Verfügung. Der Versuch selbst wurde im Gruppensystem durchgeführt. Die Stände der Versuchsgespanne waren durch eine Wand in Widerristhöhe voneinander getrennt, so daß unmöglich die eine Gruppe wie die einzelnen Pferde voneinander Futter aufnehmen konnten.

Dem Versuch ging eine etwa achttägige Übergangsfütterung voraus, so daß am 4. Januar die vorgeschriebenen Rationen verabreicht werden konnten. Am 6. Januar begann das tägliche Wiegen der Pferde.

Sämtliche Futterrationen für die Versuchsgespanne wurden von mir selbst täglich abgewogen. Dabei wurden zuerst die etwaigen Häckselreste wieder zurückgewogen. Die Runkelpferde verstanden es für gewöhnlich meisterhaft jedes Runkelschnitzelchen vorher auszulesen. Bei Rauhfutterresten geschah dieses Zurückwiegen gespannweise. Ab 14. März mußte ich das Zurückwiegen ganz aufgeben, da die Pferde zu unregelmäßig weggingen.

Die Runkeln (weiße rheinische Lanker) waren zu Anfang des Versuches noch sehr frisch, gesund und sauber. Sie brauchten daher keiner besonderen Reinigung unterzogen werden. Gegen Ende der Versuchszeit jedoch hatten sie etwas gelitten, da sie stellenweise in der Miete zu dicht gelagert und zu warm zu-

gedeckt waren. Ab 8. März mußte ich sie daher erst in einer Kartoffelwaschmaschine gründlich säubern und faule Stellen wegschneiden. Diesen kleinen Zeitaufwand lohnte ein einwandfreies Futter und nur solches darf verfüttert werden. Selbstverständlich wurden die Runkeln zerkleinert und mit Häcksel wie der Hafer gemischt. Die Analysen[1]) ergaben im übrigen einen bedeutend erhöhten Gehalt an verdaulichem Eiweiß: 0,64 %, während bekanntlich die Kellnersche Zahl 0,1 % angibt. In Crumbach kommen aber auch dafür die Stickstoffdüngemittel ganz besonders zur Anwendung.

Der Hafer (Beseler II) wurde nur geschroten verabreicht. Zweckmäßig schien es mir, die kleinen Haferbeigaben für Joffre und Max auf die feuchten Runkelschnitzel zu schütten und darauf erst Häcksel zu geben. Auf diese Weise konnten die Tiere in der Krippe nicht viel Haferschrotstaub wegblasen.

Beim Abwiegen des Rauhfutters (Erbsstroh, Heu, Haferstroh) verwendete ich eine auf ihre Genauigkeit hin vorher geprüfte Federwage. Während des Versuches mußten zweimal kleinere Änderungen der Futterrationen eintreten; wesentlich war keine.

Eines möchte ich hier noch ausdrücklich bemerken. Es ist ausgeschlossen, daß den Runkelpferden von seiten der Gespannführer heimlich Haferzulagen oder dem Hafergespann Runkelzulagen gegeben werden konnten; erstens kam nie ein Gespannführer, außer in Begleitung, auf den Haferboden und außerdem suchte ich wiederholt den Stand der Haferpferde vergebens nach Runkelschnitzeln ab. Außerdem hatten auch alle drei Gespannführer, zwei davon gebildetere Praktikanten, viel zu großes Interesse am Versuche selbst, als daß sie ihn mit Willen gestört hätten.

Die Futteraufnahme ging glatt von statten. Man mußte allerdings unbedingt darauf sehen, vollkommen einwandfreie, saubere Runkelschnitzel zu verfüttern, anderenfalls die Tiere sofort starken Durchfall bekamen. Vor angefaulten schwarzen Schnitzeln empfanden die Tiere Ekel und sie ließen diese auch meist liegen. Sonst konnte ich Durchfall nur beim Übergang zu höheren Runkelrationen feststellen. Anderswo beobachtete ungünstige Folgen nach starker Runkelgabe dürften daher im allgemeinen,

[1]) Ausgeführt in der Landw. Versuchsstation Harleshausen, wofür ich auch hier Herrn Prof. Dr. Haselhoff herzlich danke.

wie bei der Kartoffelfütterung, in der Hauptsache mehr auf die Verabreichung verdorbener, schmutziger Runkeln, vielleicht auch noch auf unzweckmäßiger Futterzusammenstellung zurückzuführen sein. Gegen Ende der Versuchsperiode habe ich des öfteren die Beobachtung gemacht, daß die Runkelpferde langsamer fraßen als früher, sogar hin und wieder einmal ein paar Minuten ganz aussetzten. Gewöhnlich lagen dann in der Krippe größere, schlecht zerkleinerte Schnitzel, so daß zweifellos die Tiere deshalb aussetzten, weil ihnen die Zähne weh taten. Dieselbe Beobachtung machte ich gleichzeitig im Kuhstall, wo die Runkeln zuerst ganz verfüttert wurden, bis sie aus demselben Grunde hier ebenfalls zerkleinert wurden.

Getränkt wurden die Pferde immer vor Verabreichung des Futters. Die Tiere gingen dabei von der Arbeit (nachmittags) direkt auf die Wage und dann erst zum Tränkstein. Irgend welche Nachteile dieses Verfahrens, im besonderen für die Runkelpferde, konnte in keinem Fall beobachtet werden; doch fiel mir auf, daß Joffre und Max verhältnismäßig wenig Wasser aufnahmen. Herr NAEGEL bestätigte diese Beobachtung auf Grund seiner Erfahrungen.

Der Gesundheitszustand des Hafer- wie des Runkelgespannes war stets ausgezeichnet. Leichte Kolik trat nur einmal bei Grete (Haferpferd) auf. Ich konnte außerdem nie beobachten, daß die Runkelpferde bei voller Kraftleistung erheblich stärker geschwitzt hätten als die Haferpferde oder schlapp geworden wären. Es ist aber leicht verständlich, daß bei einem so wasserhaltigen Futtermittel wie die Runkel auch die Transpiration eine größere gewesen sein muß. Ich kann mich auch der Ansicht nicht anschließen: Runkelpferde könnten nicht temperamentvoll sein. Ich weiß wirklich nicht, welches von den beiden Versuchsgespannen, ich möchte sogar sagen, das übermütigere war. Das ist außerdem nicht meine Meinung allein.

Im Haar zeigte sich gegen früher kein Unterschied. Es war stets schön glänzend — ein guter Gesundheitsspiegel.

Die Futterrationen.

Es gilt für den Landwirt sich heut entschieden über die unteren Grenzen der Nährstoff- und Eiweißzufuhr klar zu werden. Das ist indes nicht so leicht, denn diese unteren Grenzen stehen

noch nicht einwandfrei fest, vor allem nicht in der Pferdefütterung. Während die Wissenschaft auf Grund vieler Versuche[1]) über die Grenzen hinsichtlich der Verabreichung des Stärkewerts an Pferde bei den verschiedenen Arbeitsleistungen ziemlich genau unterrichtet zu sein glaubt, befindet sie sich „bezüglich der zu verabfolgenden Mindestmenge an Eiweiß bedauerlicherweise noch ganz im Unklaren". [2])

Es ist klar, daß man wirtschaftlich am sichersten geht, wenn man sich nicht an die unterste Grenze des Eiweißbedarfes hält. Aber leider ist das heute nicht möglich. Es ist die Aufgabe meines Versuches daher die, festzustellen, wie weit mit der Eiweißgabe bei schweren Arbeitspferden herunter gegangen werden darf, im besonderen inwieweit die eiweißarme, sonst jedoch sehr gehaltreiche hochwertige Futterrunkel befähigt ist, das übliche Pferdekraftfutter, Hafer, zu ersetzen.

Mit dieser Frage ist eine andere unzertrennlich verbunden, nämlich die, wie hoch die Stärkewertgabe zu bemessen ist, weil doch, wie ich bereits einleitend erwähnt habe, an Eiweiß nur dann gespart werden kann, wenn Kohlehydrate und Fette alle Funktionen übernehmen können, zu denen Eiweiß nicht unbedingt notwendig ist.

Der Grundgedanke meines Fütterungsversuches ist bereits bekannt: Es sollte an zwei Gespanne mit möglichst gleicher Arbeitsleistung dieselbe Menge Stärkewert verfüttert werden, die bei gleichartigen und annähernd gleich großen Grundfuttergaben in dem einen Falle von eiweißarmen, aber zuckerreichen Futterrunkeln, im anderen von dem bedeutend eiweißreicheren Hafer zu stellen war.

Durchschnittsproben sämtlicher Futtermittel — mit Ausnahme der Runkeln — wurden zur Gehaltsbestimmung im agrikulturchemischen Institut der hiesigen Universität von mir untersucht; die Untersuchung der Runkeln übernahm entgegenkommend die landwirtschaftliche Versuchsstation des Regierungsbezirkes Kassel-

---

[1]) E. Wolff, Die ration. Fütterung 5. Aufl., 1888, S. 170. — A. Müntz, Ann. de l'Inst. Nation. Agr. 3. Jahrg. 1878. — Zuntz u. Hagemann, Landw. Jahrb. 1898, III. Ergbd. 27. — Wüst, Landw. Maschinenkunde, Berlin 1889, S. 49. — Kellner, Die Ernährung der landw. Nutztiere 1920, S. 490.

[2]) Ebenda, S. 492.

Harleshausen, da ein Versand Schwierigkeiten gemacht hätte. Danach enthielten:

Futtermittel	Trocken-substanz %	Roh-protein %	Rohfett %	N fr. Extr. Stoffe %	davon Zucker %	Roh-Faser %	Asche %	verd. Ei-weiß %
Runkeln	14,49	1,23	0,03	11,16	10,29	0,96	1,11	0,64
Hafer	86,43	11,51	4,91	53,80	—	12,27	3,94	7,53
Heu	87,18	8,99	1,54	40,01	—	29,52	7,12	3,41
Erbsstroh	86,77	8,92	1,09	32,15	—	37,40	7,21	3,05
Haferstroh . . .	84,98	4,42	1,27	38,85	—	35,43	6,01	1,54
Roggenstroh . . .	88,43	4,23	1,18	32,45	—	46,11	4,46	0,41

Untersuchungen über die Nährstoffausnützung durch das Pferd sind leider sehr spärlich und schaffen bei der Aufstellung der Rationen für die Arbeitspferde vielfach die Zwangslage, Zahlen, welche am Wiederkäuer gewonnen sind, unverändert auf die Verhältnisse beim Pferd zu übertragen. E. WOLFF und seine Mitarbeiter[1]) waren für lange Jahre fast die einzigen, die sich dieses vernachlässigten Gebietes angenommen und für die prozentuale Ausnützung verschiedener Futterstoffe durch das Pferd zum Teil im Vergleich mit dem Schaf Durchschnittszahlen ermittelt haben.

Es ist interessant festzustellen, daß beide Tiergattungen Rohprotein in fast gleichem Umfang verdauten (auch im Rauhfutter!); auffallend größere Unterschiede finden sich bei Rohfaser und Rohfett, kleinere wieder bei den Nfr. Extraktstoffen, die schließlich sogar bei Kartoffeln und Rüben zugunsten des Pferdes ausfallen. Die größten Unterschiede jedoch zeigen sich bei der Ausnützung des Strohs, welches das Pferd fast nicht halb so gut auszunützen vermag wie das Schaf. Beim Heu werden die Abweichungen schon wieder geringer; seine Nfr. Bestandteile können nur mehr 20—25% weniger gut verwertet werden als vom Schaf. Beim Hafer findet sich fast kein Unterschied mehr, nur noch für Rohfaser und das Rohfett. Sowohl die Kartoffel wie die Rübe werden nahezu vollständig verdaut; besser sogar als man es bis dahin bei Schweinen und namentlich bei Hammeln beobachtet hatte. Besonders bemerkenswert ist dabei die Tat-

[1]) E. WOLFF, Landw. Jahrbücher 1879, 81, 84.

sache, daß gerade bei Versuchen mit Mohrrüben dieses Futtermittel auf die Verdauung der Rohfaser einen bestimmten fördernden Einfluß geäußert hat. Bei einem Pferde nämlich, das bei Beifütterung von Hafer eine ziemlich starke Depression in der Verdauung der Wiesenheurohfaser bekam (von 44,65 auf 38,42%), bewirkte ein normales Quantum von Mohrrüben neben Heu und Hafer wieder eine Besserung derselben, indem daraufhin der Verdauungskoeffizient auf 42,72% stieg.[1])

Das geringere Verdauungsvermögen der Pferde für die N-fr. Extraktstoffe und die Rohfaser im Rauhfutter den Wiederkäuern gegenüber ist zweifellos in der weniger sorgfältigen Kauarbeit und in den geringeren und schwächeren im Futterbrei verlaufenden Gärungsprozessen zu suchen. Damit ist zwar allerdings noch nicht gesagt, daß der Wiederkäuer aus diesen Futtermitteln erheblich mehr verwerten kann; denn es ist doch ohne weiteres verständlich, daß die Arbeit der Zerkleinerung und die bedeutend intensiveren Verdauungsprozesse einen guten Teil der Nährstoffe bezw. deren dynamische Energie (nach Kellner) verbrauchen und so der Produktion entziehen. Möglicherweise decken sich sogar diese Verluste in der Nahrungsverwertung des Rindes mit der Minderverdauung beim Pferde. Auch hierüber fehlen noch wissenschaftliche Untersuchungen und „solange uns eben ein vollständiger Überblick über die Verdauung der verschiedenen Futtermittel fehlt, wird man die Ration für Arbeitspferde unbedenklich nach dem Verhältnis der am Rind ermittelten Stärkewerte berechnen und die zu verwertenden Futterstoffe auf derselben Grundlage beurteilen und auswählen können".[2])

Kann man zwar im allgemeinen die Rationen nach den am Wiederkäuer ermittelten Zahlen „unbedenklich" berechnen, so lassen sich doch diese Verhältnisse bei Normierung solcher Rationen, die stark zucker- und amidhaltig sind, nicht ohne weiteres auf das Pferd übertragen. Der Zucker wird sicher von den Pferden bedeutend besser ausgenutzt und scheint überhaupt besonders befähigt zu sein, auch Kraft zu liefern.

Der Rohrzucker, der unter den Nährstoffen der Runkel bei weitem vorherrscht, beansprucht keine Kauarbeit, er ist leicht

[1]) E. Wolff, Landw. Jahrbücher 1884, S. 255.
[2]) O. Kellner, Die Ernährung der landw. Nutztiere 1920, S. 218.

löslich und wird in Form seiner Komponenten (Dextrose und Lävulose) auch leicht resorbiert. Zwar gerade seine leichte Löslichkeit verursacht jene Verluste, derenthalben das Produktionsvermögen des Rohrzuckers ein geringeres ist als das der Stärke. Da aber diese Gärungsvorgänge bei den Pferden infolge ihres kürzeren Darmes und der einfacheren Organisation ihres Magens viel weniger lebhaft sind als beim Wiederkäuer, so wird der Rohrzucker durch sie zweifellos weit besser ausgenutzt und verwertet.

Bei Versuchen, die L. GRANDEAU[1]) mit Pferden ausführte, wurde außerdem noch eine andere interessante und wichtige Beobachtung gemacht, nämlich die, daß die Zuckerfütterung den Wasserkonsum der Tiere erheblich verringerte. Auch NILS HANSSON[2]) stellte eine bedeutende Verminderung der als Trank aufgenommenen Wassermenge bei Zuckerfütterung gewichtsmäßig fest. Damit bietet sich aber auch in diätetischer Hinsicht ein nicht unerheblicher Vorteil. Im übrigen werden meine eigenen Beobachtungen derart als richtig bestätigt.

Ich habe also aus den bei den Futtermittelanalysen gefundenen Gehaltsziffern unter Zugrundelegung eines durchschnittlichen Verdauungsvermögens des Pferdes den Gehalt an verdaulichen Nährstoffen, wie unten folgt, berechnet. Soweit keine oder nur ungenügende Angaben über die Ausnützungsmöglichkeit der einzelnen Futtermittel zur Verfügung standen und sich daher keine sichere Grundlage zur Berechnung der Rationen bot, habe ich die am Wiederkäuer gefundenen Verdauungskoeffizienten übernommen. Auf Grund der oben besprochenen, ausgezeichneten Verwertung des Zuckers durch den Pferdemagen setzte ich aber die Wertigkeit der gehaltreichen Runkel auf 90 an, und diese Zahl dürfte nach den durch E. WOLFF bei der Mohrrübe gefundenen Werten durchaus nicht zu hoch gegriffen sein, zumal die rheinische Lanker-Futterrübe in ihrem Nährstoffgehalt dieser mindestens gleichzusetzen ist.

Es waren demnach in den Futtermitteln an verdaulichen Nährstoffen enthalten:

---

[1]) Annales de la scien. agron. 1902, S. 74.
[2]) Fühlings landw. Zeitung 1916, S. 309.

Futtermittel	Roh-protein %	Roh-fett %	Nfr. Extraktst. %	Roh-faser %	Stärke-wert %
Runkel	1.02	—	11,0	0,32	10,37
Hafer	9,21	0,49	42,57	3,55	56,35
Heu	4,95	0,77	25,94	16,77	31,77
Erbsstroh	3,96	0,63	18,05	14,04	14,47
Haferstroh	2,04	0,41	18,54	19,21	20,93
Roggenstroh	1,02	0,38	13,77	23,11	11,26

Während der Versuchsdauer sollten auf Grund vorhergehender Berechnung folgende Futterrationen pro Pferd und Tag verabreicht werden:

An das Runkelgespann. 5 kg Roggenstrohhäcksel,
3,5 „ Heu
3,5 „ Erbsstroh
2,5 „ Hafer geschroten
24,0 „ Runkeln.

An das Hafergespann: 6 „ Roggenstrohhäcksel
3,5 „ Heu
3,5 „ Erbsstroh
7,2 „ Hafer geschroten.

Später mußten besonderer Verhältnisse halber (z. B. das Erbsstroh ging aus) einige allgemeine Änderungen vorgenommen werden.

I. 6. Januar: { Runkelgespann nur noch 4 kg Roggenstrohhäcksel, Hafergespann $4^1/_2$ kg

II. 4. Februar: { Haferstroh statt Erbsstroh, Allgemein 1 kg Heu mehr, dafür 1 kg Haferstroh weniger.

III. 6. März: Allgemein Haferstroh-Häcksel statt Roggenstroh.

Wesentlich war, wie aus dieser Zusammenstellung ersichtlich ist, keine der vorgenommenen Änderungen; sie sind mehr als Schönheitsfehler anzusehen, die das einheitliche Bild stören. Zu Anfang der Hauptbestellzeit allerdings, ab 20. März, erhielten sämtliche Gespanne eine Haferzulage von 3 Pfund pro Pferd und Tag und außerdem je 7 kg Heu verabreicht.[1])

Dadurch entstanden zwei Fütterungsabschnitte mit folgenden Mengen an verdaulichen Nährstoffen in der Ration.

---

[1]) Haferstroh fiel dabei ganz weg.

	Trocken-substanz kg	Roh-protein kg	Roh-fett kg	N fr. Extrst. + Rohfaser kg	Ei-weiß kg	Stärke-werte kg
In Futterration A vom 6. 1. bis 19. 3.						
An das Runkelgespann	19,494	1,011	0,193	10,169	0,746	7,729
An das Hafergespann	24,236	1,523	0,466	11,289	1,159	9,279
In Futterration B vom 20. 3. bis 3. 4.						
An das Runkelgespann	20,992	1,331	0,268	11,464	0,965	10,077
An das Hafergespann	25,976	1,836	0,555	12,941	1,425	11,964

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, daß an die beiden eigentlichen Versuchsgespanne — Runkel- und Hafergespann — auch nicht einmal, wie geplant, die gleichen Stärkewerte verfüttert wurden. Die Runkelpferde erhielten nämlich in der ersten Ration (A) 16,69 bezw. 16,77 % in der zweiten Ration (B) Stärkewerte weniger, doch immerhin ein ganz erheblicher Prozentsatz. Der Unterschied im dargebotenen Eiweiß betrug 0,413 bezw. 0,460 kg das ist 35,63 bezw. 32,21 %; Ration A war also für das Runkelgespann ganz erheblich an Eiweiß niedriger.

Das Nährstoffverhältnis stellte sich:
für das Runkelgespann auf 1 : 10,52 bezw. 1 : 9,10
für das Hafergespann auf 1 : 8,15 bezw. 1 : 7,78

Das Eiweißverhältnis stellte sich:
für das Runkelgespann auf 1 : 14,21 bezw. 1 : 12,48
für das Hafergespann auf 1 : 10,62 bezw. 1 : 9,94

Das Eiweißverhältnis scheint in der Runkelration außerordentlich weit zu sein. Nun weiß man aber, daß bei der Fütterung im allgemeinen als kraftspendender Nährstoff hauptsächlich die Kohlenhydrate herangezogen werden. Eiweiß liefert zwar auch Kraft, aber wenn Kohlenhydrate oder Fette genügend vorhanden sind, so kommt Eiweiß als Kraftquelle nicht oder kaum in Frage. Während dem noch wachsenden, jugendlichen Organismus zur Vermehrung seiner Nha. Bestandteile Eiweiß unbedingt zugeführt werden muß, haben Tiere mit vollendeter Ausbildung ihrer Organe nur ein bestimmtes Eiweißminimum nötig, „soviel sie eben zur Sicherung der vollständigen Verdauung“ [1]) ihres Futters und für die eigentlichen Lebensvorgänge erforderlich haben. Jede andere Leistung ausgewachsener Arbeitstiere soll daher immer der Kraftquelle der Kohlenhydrate und Fette entspringen.

[1]) O. KELLNER, Die Ernährung der landw. Nutztiere 1920, S. 480.

Von diesem Standpunkt aus betrachtet, kann also ein geringerer Eiweißgehalt der Ration bei Arbeitstieren mit den physiologischen Forschungsergebnissen durchaus in Einklang gebracht werden. Wenn daher von seiten der Wissenschaft verhältnismäßig hohe Eiweißzulagen befürwortet wurden, so geschah das wohl in der Hauptsache deshalb, weil bei steigender Arbeitsleistung der Pferde auch der Stoffwechsel gesteigert wird, dessen Energie durch erhöhte Zufuhr N ha. Nährstoffe gehoben werden dürfte, was wiederum einer intensiveren Arbeitsleistung zugute kommt.

Doch schon E. Wolff hat auf Grund einer großen Anzahl von Pferdefütterungsversuchen in Hohenheim[1]) gefunden, daß ein mittleres Nährstoffverhältnis günstiger wirke wie ein zu enges (1 : 6—6,5). Kellner kürzt den Eiweißgehalt der Futtergabe noch mehr und ist der Ansicht[2]), daß nur bei wachsenden Tieren oder Pferden mit plötzlicher, starker Arbeitsleistung (Rennpferde) das Eiweißverhältnis ein engeres sein soll; für die gewöhnlichen Leistungen der Zugpferde können die Grenzen des Nährstoff- bezw. Eiweißverhältnisses ganz erheblich weiter gesteckt werden. Wenn Pferde nach den Beobachtungen von L. Grandeau und A. Alekan[3]) selbst bei einem Nährstoffverhältnis von 1 : 21—28 ihre Arbeit ohne jede Störung und ohne Verschlechterung des Ernährungszustandes verrichteten, so dürfte auch im obigen Falle ein Verhältnis von 1 : 14,21 bezw. 1 : 13,56 durchaus nicht zu weit gewesen sein. Jedenfalls konnte niemand irgend eine Verschlechterung des Ernährungszustandes der von mir benutzten Tiere feststellen.

Man spricht dabei viel von Verdauungsdepressionen, die eben dann zustande kommen, wenn man in etwas großen Mengen Runkeln verfüttert, d. h. eine einseitige Zulage von Kohlenhydraten gibt. Es ist aber nachgewiesen (Zuntz), daß solche Depressionen fast vollständig vermieden werden können, wenn man nur die Futterverteilung richtig einrichtet, d. h. wenn man dafür sorgt, daß nicht etwa größere Mengen Rüben zusammen mit dem Rauhfutter gegeben werden. Die intensivere Gärung, die nach größeren Rübenportionen natürlich auch im Pferdemagen

[1]) E. Wolff, Grundlagen für die rationelle Fütterung der Pferde 1886 und neue Beiträge 1887.

[2]) O. Kellner, Die Ernährung der landw. Nutztiere 1920, S. 480.

[3]) L. Grandeau und A. Alekan, Ann. d. l. scien. agron. 1911, 2. Bd.

eintreten muß, dauert nur etwa 5—6 Stunden. Dann ist sie aber beendet und nun bleibt auch den Bakterien, die sich dabei noch vielfach vermehrt haben, gar nichts anderes übrig, als wieder über das Heu herzufallen. Das wird dadurch um so intensiver angegriffen und die Depression bleibt aus. Wird umgekehrt das Heu zusammen mit den zuckerhaltigen Stoffen verabreicht, so ist es klar, daß sich die Bakterien lieber den Stoffen zuwenden, die sie bequemer verarbeiten können, und daß das Heu dabei nicht in normaler Weise aufgeschlossen wird. Somit ist es durchaus richtig und sogar bei der intensiven Runkelfütterung zu fordern, daß Rauhfutter den Arbeitspferden nur einmal und zwar erst abends nach dem Fressen der Runkelration verabreicht wird, wie es ja immer auch normalerweise geschieht. Noch idealer wäre allerdings mit der Verabreichung 6—8 Stunden zu warten, bis die Hauptgärung der leichtverdaulichen Futterstoffe erfolgt und beendet ist, was freilich unter den heutigen Verhältnissen wohl nur schwer durchführbar sein dürfte.

Die Arbeitsleistungen.

Verwickelte Methoden zur Beurteilung der Arbeitsleistung kann man in der Praxis unmöglich anwenden. Da hier ein direktes Messen der geleisteten Arbeit nicht möglich und nicht durchführbar ist, so muß man versuchen, trotzdem Zahlen zu finden, die brauchbar sind und die zur Beurteilungen einer Arbeitsleistung genügen. Diese Zahlen liefern: Schrittleistung und Gewicht.

Um die Schrittleistung des Runkel- und Hafergespannes in vorliegendem Versuche festzulegen, wurden zur Ausschaltung jeder individuellen Schätzung je einem bestimmten Tiere des Runkel- und Hafergespannes (Max, Grete) Schrittuhren angehängt. Zum Schutz gegen die Ungunst der Witterung und zur besseren Kontrolle steckten sie in gut verschließbaren Lederfutteralen. Trotz dieser Maßnahmen funktionierten die Uhren jedoch nicht immer so regelmäßig, wie es für ein völlig klares Bild über die Schrittleistung wünschenswert gewesen wäre. Um auch hierfür einen Ausgleich zu schaffen, hatte ich mir schon in den ersten Tagen nach dem Versuchsbeginn auf der Straße eine 100 m lange Strecke abgemessen — mit Willen eine Strecke, die etwas ansteigend und in einer kleinen Kurve verlief. Oft an verschiedenen

Tagen und mit verschieden schwerer Belastung, wenn die beiden Uhrenträger (Max, Grete) über diese Strecke gingen, habe ich ihre Schritte gezählt und so nicht nur einen guten Durchschnitt für die Schrittleistung gefunden, sondern zugleich die Uhren auf ihre Genauigkeit hin prüfen können. Max brauchte zu dieser 100 m-Strecke 130 Schritt, Grete 140. Mittels dieser Zahlen habe ich mir dann die Schrittleistung in Kilometer umgerechnet und für die verhältnismäßig wenigen Tage, an denen die Uhren nicht funktionierten, die Kilometerzahl errechnet. Da man nun annehmen darf, daß die Rechts- und Linkspferde ein und desselben Gespannes genau dieselbe Arbeit verrichten, so konnte ich die für die Schrittleistung der beiden Uhrenträger gefundenen Kilometerwerte auf das ganze dazugehörige Gespann übertragen. Wenn es nun so einzurichten gewesen wäre, daß die beiden Versuchsgespanne genau die gleiche Arbeit verrichtet hätten, und daß außerdem solches Pferdematerial zur Verfügung gestanden hätte, das nach Gewicht, Alter, Temperament und Größe genau ausgeglichen gewesen wäre, hätte man leicht den Futterwert der Runkelration der dargebotenen Haferration gegenüber fast einwandfrei ermitteln können. Doch solche Idealzustände gibt es nun einmal in der Praxis leider nicht. Schon die Arbeitsverteilung war außerordentlich ungleich und zwar zum größten Nachteil des Runkelgespannes. Damit wurde aber schon gerechnet — denn Max und Joffre waren die schwersten Pferde und hatten außerdem noch den tüchtigsten Gespannführer. Mußte irgend etwas besorgt oder geholt werden, was möglichst kräftige, leistungsfähige Tiere beanspruchte, z. B. Kohlen, Holz, Ammoniak u. dgl. in Kassel, oder Tüchtigkeit und Gewandtheit des Gespannführers, so war das natürlich immer die Aufgabe des Runkelgespannes. Und daß solche Aufgaben sehr häufig vorkamen, beweist am besten das von mir geführte Tagebuch. Die bedeutende Mehrleistung dieses Gespannes erschwert in Hinsicht der geforderten möglichst gleichmäßigen Arbeitsverteilung ganz beträchtlich die Beurteilung der Endresultate.

Im Lebendgewicht hat man andererseits einen Gradmesser für den Wert eines bestimmten Futtermittels, zwar bei den Arbeitstieren auch wieder nur bis zu einer gewissen Grenze. Trotzdem wird immer das wertvollere Futtermittel beim Vergleich — annähernd gleicher Wasserverzehr und gleiche

Arbeitsleistung vorausgesetzt — einen günstigeren Einfluß auf das Lebendgewicht eines Pferdes haben als das minderwertigere. Es wird also ein Futtermittel mit höherem Futterwert ein stärkeres Vermögen aufweisen, die Herabsetzung des Lebendgewichtes der Versuchstiere zu verhindern, bezw. das Gewicht der Versuchstiere zu steigern. Grundbedingung aber hierfür sind brauchbare, einwandfreie Gewichtszahlen, die sich nur durch regelmäßiges und genaues Wiegen der Tiere ermitteln lassen.

In Crumbach wurden die Versuchspferde täglich gewogen und zwar, wenn sie abends von der Arbeit kamen (— etwa um 5 Uhr —) sie standen dann zur selben Zeit selbstverständlich vor dem Tränken und Fressen. Das Wiegen selbst brachte keinerlei Schwierigkeiten. Wenn zwar nach bisherigen Erfahrungen die geringsten Schwankungen bei Wägungen vor dem Ausrücken zur Arbeit nach der Mittagsrast sich ergeben haben,[1]) so ist das in der Praxis durchaus nicht immer so durchzuführen. Auch können zufällige Einflüsse wie verschieden starkes Schwitzen, die Tagestemperatur und die Witterung sicher nur eine nebensächliche Rolle spielen, wenn die Versuche längere Zeit fortgesetzt werden.

Die Veränderungen im Lebendgewicht werden also zusammen mit den gewonnenen Zahlen für die Gesamtschrittleistung ein ausreichendes Urteil über die Arbeitsleistung der Versuchspferde und damit auch über die Güte der Runkel als Pferdefutter ermöglichen.

Die Versuchsergebnisse.

Die Beurteilung des Erfolges der Runkelfütterung bezw. der Haferfütterung hat nach Beobachtungen des Verhaltens der beiden Versuchsgespanne in ihrem Gewicht, ihrer Arbeitsleistung und ihrem Gesamtbefinden zu erfolgen.

Da es feststeht, daß gerade bei Pferden das Lebendgewicht eine große Empfindlichkeit zeigt,[2]) so ist es interessant zunächst einmal die Gewichtskurven der Tiere während des Versuches zu verfolgen.

Rein äußerlich läßt sich schon erkennen, daß innerhalb der Versuchsdauer drei Perioden unterschieden werden können:

---

[1]) NILS HANSSON, Fühlings landw. Zeitung 1916, S. 290.
[2]) E. WOLFF, Landw. Jahrb. 24. Bd., 1895, S. 125.

I. Eine Gleichgewichtsperiode . . . . . vom 6. Januar bis 22. Januar
II. „ Gewichtszunahmeperiode . . . . „ 23. „ „ 3. März
III. „ Gewichtsabnahmeperiode . . . . „ 4. März „ 3. April

Es ist ferner interessant an Hand der Gewichtskurven zu verfolgen, wie zu Beginn des Versuches die Auf- und Abwärtsbewegung der Kurvenlinien bei allen vier Pferden noch ziemlich ausgeglichen ist, wie sich schon in der zweiten Periode, ich möchte sagen, eine „Unruhe“ in denselben bemerkbar macht, bis sich allmählich immer mehr in die dritte übergehend, Hafer- und Runkelgespann scharf voneinander differenzieren.

Vergleicht man nun die Endgewichte der jeweiligen Perioden mit ihren Anfangsgewichten, so bekommt man folgendes Bild:

	Zu- (+) bezw. Abnahme (—) kg	kg
I. In der Gleichgewichtsperiode:		
Joffre	—	
Max	+ 8,5	
also Runkelgespann		+ 8,5
Liese	+ 7	
Grete	+ 2	
also Hafergespann		+ 9
II. In der Gewichtsszunahmeperiode:		
Joffre	+ 10,5	
Max	+ 18,0	
also Runkelgespann		+ 28,5
Liese	+ 33,0	
Grete	+ 36,0	
also Hafergespann		+ 69,0
III. In der Gewichtsabnahmeperiode:		
Joffre	— 29,5	
Max	— 39,5	
also Runkelgespann		— 69
Liese	— 22,5	
Grete	— 10,0	
also Hafergespann		— 32.5
Gesamtunterschied:		
Joffre	— 3,5	
Max	— 8	
also Runkelgespann		— 11,5
Liese	+ 21	
Grete	+ 23,5	
also Hafergespann		+ 44,5

Es hatte also das Runkelgespann am Schlusse des Versuches mit einer Abnahme von 11,5 kg, das Hafergespann mit einer Zunahme von 44,5 kg abgeschlossen.

Die bloße Kenntnis und Gegenüberstellung der Endergebnisse in den einzelnen Perioden aus den Gewichtskurven genügt indes zur Beurteilung natürlich noch nicht. Die Arbeitsleistung ist das zweite wichtige Moment, das zu einer einwandfreien Beurteilung des Futterrationwertes bekannt sein muß. Leider war es hier nicht möglich gewesen, die tatsächliche Gesamtarbeitsleistung der Tiere mit völliger Genauigkeit festzustellen. Man könnte zwar mit Hilfe der von ZUNTZ u. HAGEMANN[1]) für das 500 kg schwere, mit 20 kg Geschirr belastete Pferd und für die verschiedenen Formen der Arbeit aufgestellten Normalwerte eine Gesamtarbeitsleistung errechnen, aber diese errechnete Leistung würde sicher nicht der tatsächlichen entsprechen. Sie kommt wohl nur eigentlich da in Frage, wo Pferde längere Zeit hindurch tagtäglich dieselbe Arbeit (z. B. Pferdepost) verrichten müssen. In der Praxis wird man sich allgemein immer mit einer mehr oder minder genauen individuellen Schätzung begnügen müssen; dabei wird sich meist nur angeben lassen, ob die Pferde zu einer mäßigen, mittleren oder starken Leistung herangezogen waren. Im vorliegenden Fall war wenigstens dafür Sorge getragen durch Fixieren der Schrittleistungen der Pferde mittels Schrittuhren eine individuelle Schätzung auszuschalten. Mit ihnen waren Zahlen gefunden, die der wirklichen Hauptleistung — der Schrittleistung — entsprachen, und die sich auch einwandfrei zur Beurteilung der Versuchsergebnisse benützen lassen. Ich möchte daher nicht mit den errechneten ZUNTZ u. HAGEMANNschen Normalzahlen die Versuchsergebnisse vergleichen, sondern mit diesen von mir praktisch gefundenen — wenn auch nicht vollständigen — Werten.

Genau so wie die Gewichtskurventabelle der beiden Versuchsgespanne läßt auch die Schrittleistungstabelle innerhalb der ganzen Versuchsdauer zwanglos drei Arbeitsperioden erkennen.

I.	Eine	mittlere	Arbeitsperiode	. . . .	vom	6. Januar	bis 22. Januar
II.	„	schwache	„	. . . . .	„	23. „	„ 3. März
III.	„	starke	„	. . . . .	„	4. März	„ 3. April

[1]) Landw. Jahrb. 27. Jahrg., 1898, 3. Ergzbd., S. 430ff.

Natürlich bleibt jetzt noch der Beweis zu erbringen, daß die Arbeitsleistung während dieser drei Perioden tatsächlich auch mittel, schwach bezw. stark waren. Vergleicht man dazu die Schrittleistungen der beiden Versuchsgespanne, d. h. der beiden Uhrenträger Max-Grete am Ende jeder Arbeitsperiode mit den Schrittleistungen zu Anfang, so ergibt sich folgendes Bild:

Die Schrittleistungen sind auf Kilometer umgerechnet:

		Mehrleistungsunterschied
I. Vom 6. Januar bis 22. Januar:		
Max	169,4	+ 3,1
Grete	166,3	
II. Vom 23. Januar bis 3. März:		
Max	124,9	+ 66,0
Grete	58,9	
III. Vom 4. März bis 3. April:		
Max	533,6	+ 170,0
Grete	363,6	
Gesamtschrittleistung:		
Max	827,9	+ 239,1
Grete	588,8	

Danach durchschnittliche Tagesleistung:

	Anzahl der Tage	durchschnittl. Tagesleistung km	tägl. Mehrleistung km
I. Vom 6. Januar bis 22. Januar:			
Max	17	9,97	+ 0,19
Grete		9,78	
II. Vom 23. Januar bis 3. März:			
Max	40	3,12	+ 1,65
Grete		1,47	
III. Vom 4. März bis 3. April:			
Max	31	17,21	+ 5,49
Grete		11,72	
Gesamtdurchschnittsleistung:			
Max	87	9,52	+ 2,75
Grete		6,77	

Meine Einteilung in drei Arbeitsperioden wird nach dieser Berechnung somit zu Recht bestehen; denn eine durchschnittliche Tagesleistung von 10, 1—3 bezw. 12—17 km, verbunden mit meist schwerer Zugarbeit dürfte sicher als eine mittlere, schwache bezw. starke tägliche Leistung anzusprechen sein. Sollte dagegen eine tägliche Durchschnittsleistung von 12 km (III. Periode Grete) mit schwerer Zugarbeit nicht als stark angesprochen werden

können, so würde nur wieder dadurch das Runkelgespann in Vorteil gesetzt. Im übrigen bezeichnete A. MÜNTZ[1]), der die ausgedehntesten Untersuchungen über den Bedarf arbeitender Pferde mit der Pariser Omnibuskompagnie ausgeführt hat, eine tägliche Schrittleistung von 16—17 km als stark und KELLNER[2]) erkennt diese Zahlen an, da er doch bei der Gegenüberstellung seiner für den Stärkewert aufgestellten Normen mit den in der Praxis erprobten Rationen gerade diese Versuche zum Vergleich für starke Arbeitsleistung heranzieht.

Während somit in der ersten Periode beide Gespanne fast genau gleiche Arbeit verrichteten, trifft in der II. Periode 50,84% — über das doppelte —, in der III. Periode 31,86% und für die ganze Versuchsdauer 28,87% Mehrleistung auf das Runkelgespann. In Anbetracht der geforderten möglichst gleichmäßigen Arbeitsverteilung sind diese Prozentzahlen allerdings sehr hoch. Daß aber solch große Schwankungen in der Arbeitsverteilung hätten besser ausgeglichen werden müssen, kann nur der behaupten, der nie derartige Versuche auf einem verhältnismäßig kleinen Gute angestellt hat. Hier lassen sich nicht die Gespanne zu einer bestimmten Arbeit einfach heraussuchen, ohne daß dadurch Störungen im Wirtschaftsbetriebe entstehen. Herr NAEGEL kam immer diesbezüglichen Wünschen von vornherein, wo er konnte, entgegen. Ich habe versucht die Schrittmehrleistung (von 28,87%) durch eine Wahrscheinlichkeitsrechnung auszuschalten. Die Kurve wurde dabei so gewonnen, daß die jeweilige Gewichtszunahme des ruhenden oder leichter arbeitenden Gespannes — gleich, ob das die Runkel- oder Haferpferde waren —, als + gerechnet und dem Gewicht des stärker arbeitenden Gespannes von tags zuvor ganz oder im Verhältnis zur Mehrleistung dazu addiert wurde. Z. B.:

			Gewicht des	
	Runkelgespann	Hafergespann	Runkel-gespannes	Hafer-gespannes
29. Januar	gestanden	gestanden	1599 kg	1360 kg
30. „	Holz gefahren	„	1585 „	1371 „

[1]) A. MÜNTZ, Ann. d. l. scien. Agron. 2. Jahrg. 1877/78 u. 1878/79.
[2]) O. KELLNER, Die Ernährung der landw. Nutztiere 1920, S. 491.

Mehrleistung auf seiten des Runkelgespannes, daher Abnahme — 14 kg (Pfund dabei nach oben aufgerundet); Hafergespann gestanden, daher Zunahme + 11 kg. Also wahrscheinliches Gewicht des Runkelgespannes bei Stallruhe: 1599 + 11 = 1610 kg. Auf den so entstandenen neuen Gewichtsgrundlagen konnte immer wieder der folgende Wahrscheinlichkeitsfaktor die Kurvenlinie ergänzen und vervollständigen.[1])

O. Kellner hat nun als „Anhaltspunkte" für die Zusammensetzung der Rationen bei Arbeitspferden folgende Normen aufgestellt:[2])

Es sollen verfüttert werden pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht:

		verdauliche Nährstoffe				
	Trockensubstanz	Eiweiß	Fett	N fr. Nährstoffe + Rohfaser	Stärkewert
	kg	kg	kg	kg	kg
bei schwacher Arbeit	18—23	1,0	0,4	9,8	9,2
„ mittlerer „	21—26	1,4	0,6	11,3	11,6
„ starker „	23—28	2,0	0,8	13,7	15,0

Im vorliegenden Versuch aber wurden verfüttert pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht:

		verdauliche Nährstoffe			
	Trockensubstanz	Eiweiß	Fett	N fr. Nährstoffe + Rohfaser	Stärkewert
	kg	kg	kg	kg	kg
An das Runkelgespann:					
In Futterration A	19,494	0,613	0,139	10,169	6,982
„ „ B	20,992	0,833	0,268	11,464	10,000
An das Hafergespann:					
In Futterration A	24,236	1,159	0,466	11,289	9,279
„ „ B	25,976	1,425	0,555	12,941	11,964

[1]) Ob und wie weit die so erhaltene Kurve zur Auswertung der Versuchsergebnisse mit herangezogen werden kann, sei aber dahingestellt.

[2]) O. Kellner, Die Ernährung der landw. Nutztiere 1920, S. 482.

Nach dem Nährstoffgehalt der Rationen könnte man den KELLNERschen Normen zufolge auf diese Arbeitsleistungen schließen:

	verdauliche Nährstoffe				
bezüglich	Trockensubstanz	Eiweiß	Fett	N fr. Nährstoffe + Rohfaser	Stärkewert
	kg	kg	kg	kg	kg
Nach der Futterration A:					
für das Runkelgespann	schwach	schwach	schwach	schwach-mittel	schwach
„ „ Hafergespann	mittel	schwach-mittel	schwach	mittel	schwach
Nach der Futterration B:					
für das Runkelgespann	schwach	schwach	schwach	mittel-stark	schwach-mittel
„ „ Hafergespann	mittel-stark	mittel-stark	schwach-mittel	mittel-stark	mittel-stark

Futterration A würde daher für das Runkelgespann auf eine besonders arbeitsarme Periode, für das Hafergespann auf eine der KELLNERschen Norm entsprechende arbeitsarme schließen lassen. Die Stärkewerts- und vor allem die Eiweißzufuhr der Runkelration dürfte sich dabei — den KELLNERschen Normen nach — sogar schon nur mehr dem bloßen Erhaltungsfutter nähern!

Futterration B dagegen entspräche einer mittleren Arbeitsperiode des Runkelgespannes, bezw. einer mittelstarken des Hafergespannes. Selbst hier erreicht jedoch die Eiweißgabe der Runkelration noch nicht die untere Grenze der KELLNERschen Norm bei schwacher Arbeitsleistung!

Nun zeigt der Versuch aber, daß drei Arbeitsperioden unterschieden werden müssen und es greifen daher die beiden Futterrationen A und B innerhalb dieser Perioden ineinander über.

Um zu einem abschließenden Urteil zu kommen, bleibt somit noch übrig, die Einwirkung der beiden Rationen A und B auf das Gewicht und das Allgemeinbefinden der Gespanne während dieser drei Arbeitsintensitätsstufen festzustellen.

Das Lebendgewicht der beiden Versuchsgespanne stellte sich in den drei Arbeitsperioden auf:

	zu Anfang kg	am Ende kg	Zu- oder Abnahme kg
	I. Periode.		
Joffre	810	810	—
Max	755	763,5	+ 8,5
also Runkelgespann . .	1565	1573,5	+ 8,5
Liese	678	685	+ 7
Grete	651,5	653,5	+ 2
also Hafergespann . .	1329,5	1338,5	+ 9
	II. Periode.		
Joffre	813,5	824	+ 10,5
Max	765	783	+ 18
als Runkelgespann . .	1578,5	1607	+ 28,5
Liese	684	717	+ 33
Grete	657	693	+ 36
also Hafergespann . .	1341	1410	+ 69
	III. Periode.		
Joffre	836	806,5	— 29,5
Max	786,5	747	— 39,5
also Runkelgespann . .	1622,5	1553,5	— 69
Liese	721,5	699	— 22,5
Grete	685	675	— 10
also Hafergespann . .	1406,5	1374	— 32,5

Es ist hieraus zu erkennen, daß in den beiden ersten Versuchsreihen die Rationen den Anforderungen an die Tiere vollständig genügten; diese konnten sogar einen bestimmten Nährstoffüberschuß ansetzen. Die dritte Periode führte dagegen allgemein zu einer Abnahme des Lebendgewichtes, die beim Runkelgespann fast doppelt so stark erfolgte wie bei den Haferpferden.

Verfolgt man dabei aber den Verlauf der Gewichtskurvenlinien in der dritten Periode, so kann man ein starkes Fallen aller Kurvenlinien nur in der ersten Hälfte dieses Abschnittes beobachten (vom 4. März bis 21. März); in der zweiten Hälfte dagegen (vom 21. März bis 3. April) halten sie sich durchschnittlich wieder auf derselben Höhe.

Das Lebendgewicht stellte sich dabei:

	zu Anfang kg	am Ende kg	Abnahme kg
	Vom 4. März bis 21. März.		
Joffre . . .	836	790,5	— 45,5
Max	786,5	755	— 31,5
Runkelgespann . . .	1622,5	1545,5	— 77,0
Liese	721,5	696	— 25,5
Grete . . .	685	660	— 25
Hafergespann . . .	1406,5	1356	— 50,5

	zu Anfang kg	am Ende kg	Zu- oder Abnahme kg
	Vom 21. März bis 3. April.		
Joffre . . .	790,5	806,5	+ 16
Max	755	747	— 8
Runkelgespann . . .	1545,5	1553,5	+ 8
Liese	696	699	+ 3
Grete . . .	660	675	+ 15
Hafergespann . . .	1356	1374	+ 18

Auch die Schrittleistungen ergeben in den beiden Abschnitten der dritten Arbeitsperiode zwei ganz verschiedene Bilder:

	Gesamtleistung km	tägliche Durchschnittleistung km	Mehrleistung des Runkelgespannes km
	Vom 4. März bis 21. März.		
Max . . .	229,7	14,35	+ 36,66 %
Grete . . .	145,5	9,09	
	Vom 21. März bis 3. April.		
Max . . .	390,2	30,02	+ 45,15 %
Grete . . .	214,0	16,46	

Da nun am 20. März die erhöhte Futterration B eingeführt worden war, so ist hieraus zu folgern, daß diese Ration trotz der ungleich stärkeren Anforderungen an die Tiere zu dieser Zeit wieder genügte; denn während in der ersten Hälfte der dritten Arbeitsperiode bei einer täglichen Schrittleistung von 14,35 bezw. 9,09 km die Tiere ständig an Gewicht verloren, hielten sie jetzt im zweiten Abschnitt trotz einer täglichen Durchschnittsleistung von 30,02 bezw. 16,46 km ihr Gewicht auf gleicher Höhe, ja das Hafergespann setzte sogar Körpersubstanz an: Liese 3 und Grete 15 kg. Wenn sich die Runkelpferde einen solchen Ansatz nicht leisten konnten, so muß immer wieder daran erinnert werden, daß sie

1. — abgesehen von der minimalen Eiweißzufuhr — nicht einmal die gleichen Stärkewerte verabreicht bekamen, sondern 16,42 % weniger, und daß sie
2. in dieser Periode 176,2 km mehr leisten mußten, das sind aber + 45,15 % der ganzen Arbeitsleistung des Hafergespannes in dieser Hälfte.

Dabei möchte ich noch allgemein darauf hinweisen, daß sämtliche Kurvenlinien der Versuchstiere am Schlusse dieser dritten Arbeitsperiode gleichbleibende Tendenz zeigen, so daß man

schließlich daraus entnehmen könnte, die Ration B hätte auch weiterhin den Anforderungen der Tiere entsprochen.

Leider zwang Futtermangel infolge des Notjahres 1921, den Versuch schon am 3. April zum vorzeitigen Abschluß zu bringen. Es ist dies um so bedauerlicher, da es gerade jetzt besonders interessant gewesen wäre, die Tiere in ihrem weiteren Verhalten, insbesondere Gewicht und Arbeitsleistung, zu beobachten.

Ich möchte jedoch meine Ausführungen über die Versuchsergebnisse nicht beschließen, ohne die verfütterten Rationen mit den in der Praxis gemachten Erfahrungen über Verabreichung von Eiweiß- und Stärkewertsgaben an Pferde verglichen zu haben. Eine Umfrage der D. L.-G. von 1913 ermöglicht mir diese und gibt hierüber folgendes Bild:

Es fütterten auf 1000 kg Lebendgewicht:

bei voller Inanspruchnahme

Eiweiß			Stärkewert		
kg	Zahl der Betriebe	In % der Gesamtzahl	kg	Zahl der Betriebe	In % der Gesamtzahl
Unter 0,8	2	0,5	Unter 8	1	0,2
0,8—1,0	26 R[1]	6,2	8— 8,9	15	3,5
1,1—1,2	83	20,0	9— 9,9	42	10,6
1,3—1,4	142 H	34,0	10—10,9	73 R	17,6
1,4—1,5	72	17,4	11—11,9	138 H	33,3
1,7—1,8	38	9,2	12—12,9	73	17,6
1,9—2,0	22 K	5,4	13—13,9	35	8,3
2,1—2,2	11	2,7	14—14,9	19	4,5
2,3—2,4	12	2,9	15—15,9	10 K	2,4
über 2,5	6	1,4	16 u. darüber	8	2,0

bei schwacher Inanspruchnahme

Unter 0,5	1	0,2	Unter 6	6	1,6
0,5—0,6	9	2,5	6— 6,9	12	3,3
0,7—0,8	55 R	15,0	7— 7,9	50 R	13,6
0,9—1,0	105 K	28,6	8— 8,9	71 H	19,3
1,1—1,2	93	25,3	9— 9,9	121	32,9
1,3—1,4	54 H	14,7	10—10,9	52 K	14,2
1,5—1,6	20	5,5	11—11,9	30	8,1
1,7—1,8	14	3,8	12—12,9	15	4,2
1,9—2,0	11	3,0	13—13,9	5	1,5
über 2,0	5	1,4	14—14,9 und darüber.	5	1,4

[1]) R = Runkelpferde, H Haferpferde, K Kellnerration.

Die Zahlen zeigen zunächst schon einmal äußerlich für beide Arbeitsintensitätsstufen die größten Schwankungen. Ausrechnungen auf Grund der eingelaufenen Angaben in der Umfrage ergaben bei voller Inanspruchnahme der Tiere als niedersten Wert 7,1 kg, als höchsten 19,5 kg für die Stärkewerte — demnach eine Spannung von 12,4 kg; bei schwacher Inanspruchnahme 5,4 kg und 16,2 kg — 10,8 kg Spannung. Für Eiweiß berechnete sich bei voller Inanspruchnahme der niederste Wert auf 0,6 kg, der höchste auf 3 kg, Spannung 2,4 kg; bei schwacher Inanspruchnahme 0,4 bezw. 2,5 kg — Spannung 2,1 kg. Dabei werden die extrem niederen bezw. extrem hohen Eiweiß- und Stärkewertzahlen nur von ein paar ganz vereinzelten Betrieben erreicht werden. Weitaus die meisten Betriebe gruppieren sich in der Rubrik „volle Inanspruchnahme" um die Zahlen 11—11,9 kg für Stärkewert und 1,3—1,4 kg für verdauliches Eiweiß; in der Rubrik „schwache Inanspruchnahme" um die Zahlen 9—9,9 für Stärkewert und 0,9—1,0 kg für verdauliches Eiweiß. Das sprunghafte Abfallen zu den daran anschließenden Grenzwerten ist dabei lange nicht so stark wie zu den Werten der Extremzahlen.

Ein Vergleich zeigt die interessante Tatsache, daß in der Praxis bei voller Inanspruchnahme der Tiere meist solche Futtergaben verabreicht wurden, deren Gehalt an verdaulichem Eiweiß bezw. Stärkewerten den KELLNERschen Normen für mittlere bis schwache Arbeitsleistung entsprachen, während dagegen bei schwacher Inanspruchnahme die meisten Betriebe in der Verabreichung von verdaulichen Eiweiß- bezw. Stärkewertsgaben vollständig mit KELLNER einig waren.

Man könnte auf Grund dieser Zusammenstellung in der D. L.-G-Rundfrage zu folgendem Schlusse kommen: In der Praxis besteht tatsächlich wenig Neigung, Pferde bei voller Arbeitsleistung besonders eiweißreich zu ernähren; viel stärker ist dagegen die Neigung zu Verabreichung solcher Gaben, die weit unter den KELLNERschen Normalzahlen liegen (bei verdaulichem Eiweiß in 90%, bei Stärkewerten in 95% von 414 Betrieben). Bei schwacher Inanspruchnahme der Arbeitspferde stimmt dagegen die Praxis in der überwiegenden Mehrheit ihrer Betriebe mit den KELLNERschen Normen überein; also über die unterste Grenze der Eiweiß- und Stärkewertszufuhr bei schwacher Arbeitsleistung scheint man sich in den meisten Fällen klar zu sein.

Ein solche Schlußfolgerung läßt allerdings diese Rundfrage der D. L.-G. doch nicht ohne Einschränkung zu; denn wie konnte hier „volle“ und „schwache“ Inanspruchnahme genau festgelegt werden? Das Maß an Arbeit, welches im landwirtschaftlichen Betrieb als „schwach“, „mittel“ oder „stark“ bezeichnet wird, ist sehr verschieden groß und dehnbar. Gerade die Tatsache, daß es dem praktischen Landwirt fast unmöglich ist, die Arbeitsleistung seiner Tiere in einem absoluten Zahlenbegriff zu fassen, erschwert die Beurteilung derselben.

Ich halte jedoch diesen Umstand zu einer starken Beeinträchtigung des dargestellten Bildes nicht für fähig — wie der Berichterstatter der Umfrage Dr. Harnoth —, da doch ein „geschickter“ Praktiker — und sicher wohl nur an diese konnte sich die Umfrage gerichtet haben — die Begriffe einer starken bezw. schwachen Arbeitsleistung seiner Tiere möglichst scharf festzulegen verstehen muß. Er hat doch letzten Endes ständig darauf zu sehen, seine Fütterung so einzurichten, daß die in den Futtergaben enthaltenen Nährstoffmengen auch von den Gespannen möglichst wirtschaftlich ausgenutzt werden.

Dazu kommt außerdem ein zweites wichtiges Moment, daß nämlich diese Umfrage noch im tiefsten Frieden (1913) erfolgte; damals gab es noch Eiweiß und Stärkewerte, so viel man wollte und dies auch verhältnismäßig billig.

Die in vorstehender Tabelle eingezeichneten Linien veranschaulichen die beiden Futterrationen A und B und ihre Stellung zu den in der Praxis allgemein verfütterten Nährstoffwerten. Es fütterten:

von 367 Betrieben wie	an Eiweiß: Runkelration	Haferration	Norm Kellner	an Stärkewert: Runkelration	Haferration	Norm Kellner
bei schwacher Inanspruchnahme						
Zahl der Betriebe	9	93	105	20	121	121
in Prozent . . .	2,5	25,3	28,6	4,8	32,9	32,9
bei voller Inanspruchnahme						
von 414 Betrieben						
Zahl der Betriebe	26	142	22	73	138	10
in Prozent . . .	6,2	34,3	5,4	17,6	33,3	2,4

Haben sich nun die von Kellner für die Pferdefütterung aufgestellten Normalwerte in der Praxis hiernach bestätigt gefunden?

Es fällt mir die Vorstellung schwer: der Praktiker habe bisher immer seine Pferde während starker Arbeitsperioden falsch und zwar ausgerechnet zu eiweiß- und stärkewertarm gefüttert. Wenn KELLNER in seinem Werke sagt:[1]) „Ein Vergleich dieser (seiner) Normen mit den in der Praxis erprobten Rationen weist eine sehr befriedigende Übereinstimmung auf", so möchte ich doch darauf aufmerksam machen, daß diese Vergleiche sich durchwegs auf leichtere Pferde mit einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 550 kg beziehen.

Es hat A. WÜST aber nachgewiesen,[2]) daß zwar leichtere Pferde im Verhältnis zu ihrem Gewicht etwas mehr Arbeit zu leisten vermögen, daß es sich jedoch mit dem Futterbedarf umgekehrt verhält, da eben die leichteren Pferde auf gleiches Körpergewicht etwas mehr Nahrung nötig haben. Er fand z. B. auf je 100 kg Lebendgewicht 300 kg schwerer Pferde eine mittlere Tagesleistung von 4,80, der 700 kg schweren Pferde jedoch nur eine solche von 4,11 Millionen mkg. Je eine Million mkg erforderte bei den 300 kg schweren Pferden einen Stärkewert von 3,51, bei den 700 kg schweren Tieren dagegen nur 3,31 kg.

Diese Ergebnisse zwingen aber meines Erachtens wieder zu dem Schluß: es brauchen also schwere Pferde bei starker Arbeitsleistung daher eine geringere Eiweiß- und Stärkewertszufuhr, als die in den KELLNERschen Normen hierfür festgelegten Zahlen vorschreiben; — eine Folgerung, die der vorliegende Fütterungsversuch nur voll bestätigen könnte.

Da die von KELLNER zum Vergleich mit seinen Normen herangezogenen Pferde naturgemäß auch zugleich Tiere mit kleinerer Oberfläche, also dafür mit größerer Wärmeausstrahlung waren, so kann auch dies wieder als weiterer Beweis für einen geringeren Nährstoffbedarf schwerer Kaltblutpferde gelten.

Könnte nicht überhaupt das Pferdematerial, mit dem O. KELLNER arbeitete, die Schuld tragen, warum wir heute seine Normen für schwere Arbeitspferde als zu hochgegriffen ansehen müssen? Zu der Zeit nämlich (1878—1895) als KELLNER einen zahlenmäßigen Begriff für den Nährstoffbedarf der Arbeitspferde schuf, spielten die Kaltblutpferde in Deutschland noch eine ziemlich untergeordnete

---

[1]) O. KELLNER, Die Ernährung der landw. Nutztiere 1920, S. 491.
[2]) A. WÜST, Landw. Maschinenkunde, Berlin 1889, S. 49.

Rolle. Damals gab es im allgemeinen keinen großen Gegensatz zwischen den Leistungen, die das Heer einerseits, Industrie und Landwirtschaft andererseits vom Zugtier forderten. Ein leichtes oder mittelschweres Pferd genügte für alle drei. Erst in den Anfangsjahren des neuen Jahrhunderts traten die Gegensätze schärfer hervor.

Daher kam es auch, daß die Verbreitung der Kaltblutschläge außerordentlich rasch zunahm; hierzu ein paar Zahlen:

Im Jahre 1878 wurden nur 9—14 % des Gesamtpferdebestandes Preußens zum Kaltblut gehörig erklärt,
„ „ 1904 „ schon 30,96 %[1]) des Gesamtpferdebestandes Preußens zum Kaltblut gehörig erklärt,
„ „ 1919 „ aber 47,89 %[2]) des Gesamtpferdebestandes Preußens zum Kaltblut gehörig erklärt,

obwohl der Krieg in seinen letzten Jahren das Kaltblut wohl in verstärktem Maße mitgenommen hatte.

So werden für die Zeiten von damals die Kellnerschen Normen ihre volle Berechtigung gehabt haben, denn sie entsprachen ja den bestehenden Verhältnissen. Zeigen diese Zahlen aber nicht auch, daß heute die Dinge anders liegen?

Die Unsicherheit, die somit noch im allgemeinen, aber vor allem hinsichtlich der zu verabfolgenden Eiweiß-Mindestmenge, bei der Fütterung schwerer Arbeitspferde herrscht, fordert um so dringender eine möglichst baldige Klarstellung durch exakte wissenschaftliche Versuche.

Eine Erklärung, warum gerade wissenschaftlicherseits über das Eiweißminimum noch eine solche Unklarheit herrscht, läßt sich außerdem darin finden, daß in den bis jetzt ausgeführten exakten Fütterungsversuchen, bei denen der N-Wechsel bestimmt wurde, die für die Pferdefütterung üblichen Futtermittel Anwendung fanden, worin stets das Eiweiß im Überschuß vorhanden war.

Bereits nach G. Fingerling[3]), der in jüngster Zeit die Kellnerschen Normen wohl unter Berücksichtigung des erwähnten

---

[1]) Arbeiten der D. L.-G. Heft 49.

[2]) Gustav Rau, Die Landespferdezucht in Preußen und die preußische Gestütsverwaltung Berlin 1920. Bei den Berechnungen sind die statistischen Angaben für Elsaß-Lothringen fortgelassen.

[3]) O. Kellner, Die Ernährung der landw. Nutztiere 1920, S. 492.

Umstandes nachgeprüft hat, lassen sich diese hinsichtlich der vorgeschriebenen Eiweißmenge um 25% herabsetzen, ohne daß das Lebendgewicht der Tiere sank. Der vorliegende Versuch kann die Berechtigung zu dieser Herabsetzung nur wieder bestätigen. Ja, es beweist sogar das Verhalten der Runkelpferde, daß selbst diese Eiweißzahlen auch während arbeitsarmer Perioden fast noch zu hoch gegriffen scheinen (siehe S. 39). Leider läßt sich kein abschließendes Urteil über die Runkelration B, die während der starken Arbeitsperiode verfüttert wurde, geben, da der vorzeitige Abbruch des Versuches ein längeres Beobachten des Verhaltens der Tiere bei dieser Ration ausschaltete. Ich weiß jedoch auf Grund nachträglicher Erkundigungen, daß Joffre und Max dieselben Stärkewerts- und Eiweißgaben weiter verabreicht wurden (die Runkelration war nur aus Mangel an diesem Futtermittel bedeutend herabgesetzt, dafür die Haferzulage etwas erhöht worden), daß sie dabei trotzdem immer in bester Kondition blieben und stets gleich leistungsfähig waren. Trotz allem möchte ich die für die 2. Hälfte der 3. Versuchsperiode gefundenen Zahlen des Runkelrationswertes zur Beurteilung im folgenden nur unter Vorbehalt benützen.

Nach den Ergebnissen des vorliegenden Versuches sind die von O. KELLNER für schwache, mittlere und starke Arbeitsleistungen aufgestellten Eiweißnormen für Pferde der Kaltblutschläge zu hoch bemessen. Sie vertragen eine Herabsetzung:

	Nach der Runkelration %	Nach der Haferration %	Dabei Änderung des Gewichts der Runkelpferde	Dabei Änderung des Gewichts der Haferpferde	Dabei tägl. Schrittleistung des Runkelgespannes km	Dabei tägl. Schrittleistung des Hafergespannes km	Mehrleistung des Runkelgespannes km
bei schwacher Arbeit	25,40	Wie KELLNER	Zunahme	Zunahme	3,12	1,47	+ 1,65
„ mittlerer „	25,40	„ „	Gleichgew.	„	9,97	9,78	+ 0,19
„ starker „	51,75	28,75	„	„	30,02	16,46	+13,56

Selbst die von KELLNER aufgestellten Stärkewerts-Normen können auf Grund der Versuchsergebnisse herabgesetzt werden:

bei schwacher Arbeit	24,0	11,15 mehr als K.	Zunahme	Zunahme			
„ mittlerer „	24,0	17,39	Gleichgew.	„			
„ starker „	38,14	20,24	„	„			

Zum Schlusse möchte ich nicht versäumen, noch folgendes anzuführen. Wie ich mir aus den im Laufe des Jahres 1921/22 in der Wirtschaft Crumbach verabreichten Futterrationen leicht errechnen konnte, hatten die Rationen keines Gespannes auch nur annähernd die Kellner schen Normen erreicht. Und dabei ist die Wirtschaft des Herrn Naegel-Crumbach bekannt wegen ihres vorzüglichen Pferdematerials. Auch in anderen Betrieben, die mir Angaben über ihre Futterrationen machten, konnte ich dasselbe feststellen; im übrigen waren diese alle große Anhänger der intensiven Runkelfütterung.

Wenn es zwar bei den Fingerling schen Versuchen den Eindruck gemacht haben sollte, „daß die Lebhaftigkeit der Tiere bei den niedrigen Eiweißgaben nachließ, und ihre Leistungsfähigkeit herabgemindert war", so kann ich diese Ansicht nicht bestätigen. Ich konnte derartige Beobachtungen während der ganzen Versuchsdauer nicht machen.

Zusammenfassend komme ich daher zu folgenden

Schlußergebnissen:

Bei den Futtergaben an ausgewachsene nicht tragende Kaltblutpferde ist viel weniger auf die Höhe der Eiweißzufuhr als auf die Stärkewertsgabe und die Wertigkeit sämtlicher darin enthaltener Nährstoffe zu sehen.

Das Eiweiß- und Nährstoffverhältnis kann bei vollwertigen Futterstoffen ohne Nachteil weit sein.

Die von O. Kellner für schwache, mittlere und starke Arbeitsleistung aufgestellten Eiweißnormen dürften um mindestens 25 % zu hoch gegriffen sein.

Auch die von ihm hierfür aufgestellten Stärkewertsnormen können eine Herabsetzung von 20 % vertragen, alles für erwachsene Kaltblutpferde verstanden.

Einwandfreie, hochwertige Runkeln können, wenn sie vorsichtig in die Futterrationen eingeführt sind, während arbeitsarmer und -mittlerer Perioden in Mengen bis zu 20 kg und darüber pro Pferd und Tag ohne jeden Nachteil verfüttert werden; dabei ersetzen 5 kg Runkeln 1 kg Hafer.

Während starker Arbeitsperioden muß eine entsprechend stärkere, aber immer verhältnismäßig kleinbleibende Haferzulage verabreicht werden.

Sicher vermag die Runkel während der Winterfütterung den Hafer mindestens bis $^2/_3$ zu ersetzen.

Bei dieser Fütterung werden die Pferde weder in ihrer Leistungsfähigkeit, Konstitution noch Lebhaftigkeit beeinträchtigt. Voraussetzung aber ist natürlich immer die Verfütterung hochwertiger, vor allem zuckerreicher, sauberer und gut zerkleinerter Futterrunkeln.

Anhang.

Für den Praktiker ausschlaggebend ist natürlich die Frage nach den Futterkosten. Es ist ohne weiteres verständlich, daß die eiweißreiche Haferfütterung viel teurer sein muß, besonders wenn man sich vergegenwärtigt, daß zur Zeit (9. 11. 1922) 1 Ztr. Hafer 11 000 M, der Zentner Runkeln dagegen „nur" 235 M kostet. Dazu kommt aber noch, daß gerade die Haferpreise während der letzten Monate in gar keinem Verhältnis zu den Runkelpreisen emporgeschnellt sind, wie die folgende Darstellung es wohl deutlich genug vor Augen führt:

		Es kosteten 100 kg			
		Hafer		Runkeln[1])	
im Jahre	Datum	Marktpreis	Teuerungsfaktor	Marktpreis	Teuerungsfaktor
1914	1. 1. . . .	14,00	1	1,20	1
1921	17. 8. . . .	330,00	23,5	16,00	13,3
	2. 11. . . .	460,00	32,8	26,00	21,7
1922	Januar . . .	560,00	40,0	52,00	43,3
	Februar. . .	630,00	45,0	60,00	50,0
	März. . . .	1 040,00	74,2	60,00	50,0
	April . . .	1 140,00	81,0	—	—
	Mai	1 080,00	77,1	—	—
	Juni	1 180,00	84,3	—	—
	Juli	1 400,00	100,00	—	—
	August . . .	2 800,00	200,0	—	—
	September . .	4 500,00	321,0	—	—
	Oktober. . .	9 600,00	685,0	440,00	366,0
	November . .	18 400,00	1314,0	470,00	391,0

Berechnet man sich mit diesen augenblicklichen Marktpreisen (vom 9. 11. 1922) die Futterkosten der Versuchsrationen ausschließlich der gemeinsamen Grundfuttergabe, so stehen sich hier folgende Zahlen gegenüber:

[1]) Die Zahlen verdanke ich der An- und Verkaufsgenossenschaft Raiffeisen Breslau.

	in der Futterration A		in der Futterration B	
für das Hafergespann .	15 kg Hafer	3080 M	17 kg Hafer	3740 M
für das Runkelgespann .	5 kg Hafer	1100 M	8 kg Hafer	1760 M
	48 „ Runkeln	226 „	48 „ Runkeln	226 „
		1326 M		1986 M

Die Fütterung des Hafergespannes wäre daher jetzt (ausschließlich des gemeinsamen Grundfutterpreises)

täglich um . . . 1 754,00 M teuerer als die Fütterung d. Runkelgesp.
monatlich um . 52 620,00 „ „ „ „ „ „ Runkelgesp.
halbjährlich um 315 720,00 „ „ „ „ „ „ Runkelgesp.

oder: 5 kg Runkeln ersetzen 1 kg Hafer;
1 „ Hafer kostet . . 220,00 M
5 „ Runkeln kosten . 23,50 „

Es ist somit die Haferersatzgabe fast 10mal billiger.

Die Zahlen sprechen zu deutlich, um noch weitere Berechnungen für die überlegene Rentabilität der Runkelfütterung in der gegenwärtigen Lage zu bringen. So bedeutet die intensive Runkelfütterung eine ausgezeichnete Sparkasse für jeden Landwirt, der sich mit ihr befreunden kann und sie richtig durchzuführen versteht.

Aber es kommt ihr eine noch ganz andere, volkswirtschaftliche und deshalb meines Erachtens noch viel wichtigere Bedeutung zu: die Ersparnis an Anbaufläche durch sie; denn wir ernten doch pro Flächeneinheit ganz ungleich mehr Runkel- als Hafertrockensubstanz. Zur Berechnung der folgenden Werte lege ich als durchschnittliche Ertragszahlen pro Morgen die Verhältnisse des Versuchsgutes Crumbach zugrunde, da sich ein Reichsdurchschnittsertrag für Runkeln nicht ermitteln läßt.

Reichspferdebestand[1]) . . . . . 3 523 041 Stück
Reichshaferanbaufläche[2]) . . . . . 2 992 927 ha
95% der Reichshaferanbaufläche für Pferde 2 843 281 „
daher durchschn. Anbaufläche für 1 Pferd 4,21 Morgen
„ „ „ „ 1 Gespann 8,4 „

An das Runkelgespann wurde verfüttert:

An Hafer:

Vom 6. 1. bis 19. 3. (Futterration A) also an
73 Tagen: je 5 kg Hafer = 365 kg. . = 7,3 Ztr.
Vom 20. 3. bis 3. 4. (Futterration B) also an
14 Tagen: je 8 kg Hafer = 112 kg . . = 2,25 „
zusammen 9,55 Ztr.

[1]) Viehzählung vom 1. September 1919.
[2]) Deutsche Reichsstatistik Mai 1919.

An Runkeln:

An 73 Tagen je 48 kg = 3 604 kg . . . = 72,08 Ztr.
„ 14 „ „ 48 „ = 672 „ . . . = 13,54 „
zusammen 85,62 Ztr.

Durchschnittsertrag an Hafer pro Morgen in Crumbach . 17— 18 Ztr.
„ „ Runkeln[1]) „ „ „ „ . 500—600 „

Während der Gesamtversuchsdauer benötigte man daher zur Fütterung des Runkelgespanns:

Zur Deckung des Haferbedarfs: 9,55 : 17 = 0,56 Morgen
„ „ „ Runkelbedarfs: 85,62 : 500 = 0,17 „
zusammen 0,73 Morgen

Reichsdurchschnittsanbaufläche pro Gespann für 365 Tage 8,42 Morgen
„ „ „ „ 87 „ 2,00 „
Durchschnittsanbaufläche für das Runkelgespann „ 87 „ 0,73 Morgen

Errechnet man sich nun z. B. die Anbaufläche, die für die Ernährung der vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Pferde[2]) während der vorliegenden Gesamtversuchsdauer in Frage kommt, so sind hier anzubauen nach dem Reichsdurchschnitt:

2 564 662 . 1 = 2 564 662 Morgen = 641 165,5 ha,

während dieselbe Zahl Pferde bei intensiver Runkelfütterung auf:

2 564 662 . 0,365 = 936 101,63 Morgen = 234 025 41 ha

ernährt werden können!

Dadurch würden aber 407 142,59 ha für den Anbau von Brotgetreide frei werden. Das würde gleichbedeutend sein mit einer jährlichen Mehrernte von:

407 142,59 . 15[3]) = 6 107 138,85 dz Roggen.

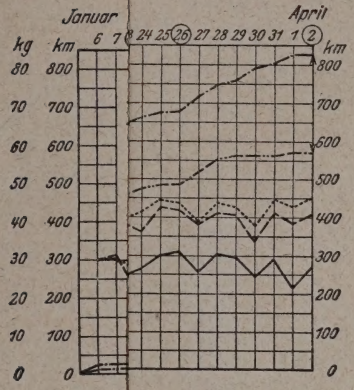
---

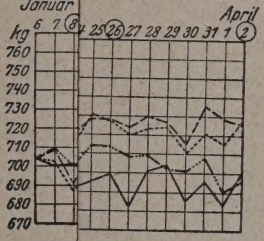
[1]) Diese Ernte ist reichlich hoch, aber durch die vorzügliche Bewirtschaftung und sehr starke Düngung in Crumbach zu erklären.

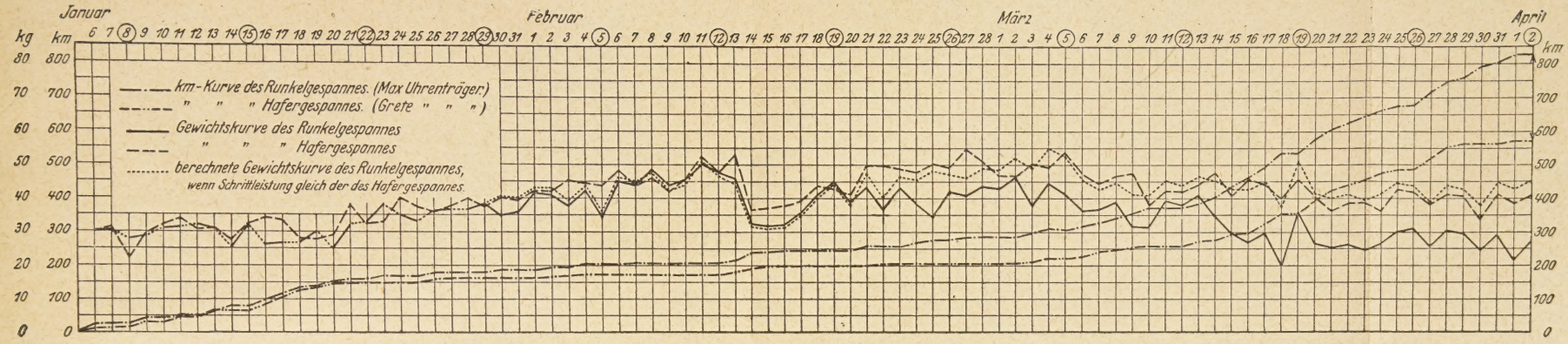
[2]) Viehzählung vom 1. September 1919.

[3]) Reichsdurchschnittsertrag an Roggen in Doppelzentner pro Hektar (Deutsche Reichsstatistik 1919).

Tafel I.


Januar
April
6 7 8 24 25 26 27 28 29 30 31 1 2
kg km
80 800
70 700
60 600
50 500
40 400
30 300
20 200
10 100
0 0
km
800
700
600
500
400
300
200
100
0


Januar
April
6 7 8 24 25 26 27 28 29 30 31 1 2
kg
760
750
740
730
720
710
700
690
680
670



Verlag von Pau Parey in Berlin.

Bücherbesprechungen.

Landwirtschaftliche Hefte. Herausgegeben von Prof. Dr. L. Kiessling in München. Berlin, Verlag von Paul Parey. Jedes Heft Grundzahl 0,8 (Doppelheft 1,6).

Heft 3/3a: „Das Unkraut und seine Bekämpfung auf dem Ackerland". Von C. Fruwirth, Professor in Wien. Dritte, neubearbeitete Auflage. Mit 16 Abbildungen und 3 Tafeln.

Fruwirth hat in der vorliegenden dritten Auflage seiner kleinen praktischen Anleitung zur Kenntnis und Bekämpfung der Unkräuter die neue hierüber vorhandene Literatur in zweckentsprechender Weise benutzt. Das Heft ist somit nach wie vor empfehlenswert.

Heft 24. Steigerung der Pflanzenerträge unter dem Einfluß der Vegetationsfaktoren und der Bodenbearbeitung. (Zwei Vorträge von Dr. Eilh. Alfred Mitscherlich, o. ö. Professor an der Universität Königsberg in Preußen. Zweite Auflage.

Die sehr interessanten Ausführungen Mitscherlichs über die Vegetationsfaktoren und ihren Einfluß auf die Pflanzenproduktion werden jeden Leser zum Nachdenken über die in seiner Wirtschaft vorliegenden Verhältnisse anregen. Der zweite Vortrag: Die Bodenbearbeitung, ihre theoretischen Grundlagen und ihre praktische Durchführung bespricht diese kurz und betont besonders, daß jeder Boden individuell behandelt werden muß. v. Seelhorst.

Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung von C. Fruwirth, früher an der landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, jetzt Professor an der technischen Hochschule Wien. Band III: Die Züchtung von Kartoffel, Erdbirne, Lein, Hanf, Tabak, Hopfen, Buchweizen, Hülsenfrüchten und kleeartigen Futterpflanzen. Vierte, gänzlich umgearbeitete Auflage mit 45 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1922, XVI und 227 S. Preis Grundzahl 8. — Band IV: Die Züchtung der vier Hauptgetreidearten und der Zuckerrübe von Prof. Dr. h. c. C. Fruwirth, Prof. Dr. Th. Römer und Prof. Dr. E. Tschermak. Vierte, neubearbeitete Auflage mit 43 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1923. Grundzahl 15,5.

Fruwirth hat sein im Vorwort des II. Bandes gemachtes Versprechen (vgl. Heft 4 des Journals, S. 281, 1922) gehalten und Band III und IV noch vor Ablauf des Jahres erscheinen lassen. Ebenso wie in Band I und II sind in den Neuauflagen die in der Zwischenzeit gemachten Arbeiten und die eigenen neuen Erfahrungen des Verfassers berücksichtigt. Im III. Band ist besonders der Abschnitt über Bastardierung der Erbsen und Bohnen neubearbeitet und auch die Abschnitte über Kartoffeln, Hanf, Buchweizen, Hülsenfrüchte und Kleearten zeigen manche Ergänzungen.

Im IV. Band finden wir außer den durch Benutzung der in der Zwischenzeit gemachten Erfahrungen bedingten Änderungen darin eine Abweichung von der dritten Auflage, daß die Bearbeitung des Teiles „Durchführung der Züchtung", soweit sie nicht Bastardierung betrifft, von Prof. Dr. Römer übernommen ist. Ich kann bei Ankündigung dieser beiden Bände nur das wiederholen, was ich bei der Anzeige der vierten Auflage des II. Bandes ausgeführt habe: „Es ist nicht wunderbar, daß die Nachfrage nach dem Handbuch von Fruwirth fortwährend neue Auflagen erfordert. Denn einmal ist die Bedeutung der Pflanzenzucht, wie ihre Ausbreitung zeigt, von den weitesten Kreisen der praktischen Landwirte erkannt. Dann ist der Fruwirth einfach „Das Handbuch der Pflanzenzüchtung". Ein anderes besitzen wir in deutscher Sprache nicht und werden es in absehbarer Zeit auch nicht besitzen, weil ein solches nicht erforderlich ist. In dem Werk von Fruwirth finden wir alles, was wir über Pflanzenzüchtung zurzeit wissen, mit unendlichem Fleiß und mit größter Sorgfalt zusammengetragen. v. Seelhorst.

Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur. Das Jahr 1921. Bearbeitet von Regierungsrat Prof. Dr. H. Morstatt. Berlin, Verlag von Paul Parey und Julius Springer, 1922. 198 S. Grundzahl 4,8.

Das vorliegende, im Auftrage der biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft herausgegebene Werk über das Jahr 1921 gleicht in der Anlage dem auf S. 278 des vorigen Jahrgangs dieses Journals besprochenen über die Jahre 1914—1919. Der Herausgeber sagt im Vorwort, daß die einschlägige deutsche Literatur, insbesondere die landwirtschaftliche jetzt nahezu vollständig berücksichtigt ist. Es standen nunmehr etwa 180 deutsche und 50 ausländische Zeitschriften und andere periodische Schriften zur Verfügung. Die ausländische Literatur ist jedoch aus Mangel an Mitteln nicht in wünschenswerter Vollständigkeit vertreten. Das Werk ist dem auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes arbeitenden Forscher ganz unentbehrlich. v. Seelhorst.

Onderzoek naar de Samenstellingen voederwaarde van het friesche hooi. Ingesteld door het voederbureau der friesche maatschappij van landbouw met medewerking van het rijkslandbouw proefstation voor den akker- en weidebouw de Groningen.

Die sehr interessanten Untersuchungen zeigen, wie sehr die Zusammensetzung des Heus an Nährwerten und Aschen durch den Boden und durch den Bestand der Flora an Ober- und Untergras beeinflußt wird. Besonders hervorzuheben ist, daß der Wert der Untergräser den der Obergräser an wichtigen Nährstoffen und an Aschen bedeutend übertrifft. v. Seelhorst.

Heuschrecken und Libellen. Von Dr. Kurt Floericke. Mit 24 Abbildungen im Text und einem farbigen Umschlagbild. Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde, Geschäftsstelle: Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Floericke schildert in anziehender, unterhaltender und belehrender Weise in dem vorliegenden hübsch ausgestatteten Bändchen der Kosmosbibliothek das Leben und Treiben der Heuschrecken und Libellen. Ich habe seine Ausführungen mit Vergnügen gelesen. v. Seelhorst.

Arbeiten aus dem landwirtschaftlichen Versuchsfeld der Universität Göttingen.

Der Eschboden und seine Düngerbedürftigkeit.

Von

Dr. GEILMANN,

bis 1. 4. 21 Assistent am landwirtschaftlichen Versuchsfeld.

A. Verbreitung und Entstehung des Eschbodens.

„Eschboden", oder kurz „Esch", ist die landesübliche Bezeichnung für einen stark humosen Sandboden in dem westlichen Teile der heutigen Provinz Hannover, jenem Landstriche beiderseits der Ems. Die hauptsächlichste Verbreitung des Eschbodens erstreckt sich auf die Kreise: Meppen, Aschendorf, Hümling, Bentheim, Lingen und Berenbrück im Regierungsbezirk Osnabrück.[1])

Das sanft gegen die Nordsee abfallende Land hat eine durchschnittliche Meereshöhe von 25 m und wird von der Ems durchschnitten, die durch Abspülen der sandigen Deckschichten an ihren Ufern ein fruchtbares Wiesen- und Weideland gebildet hat, das sogenannte „Marschland".

Die allgemeine Bodencharakteristik für das in Frage kommende Gebiet lautet: Moor, Sand und wenig Marsch.

Vom geologischen Standpunkt aus betrachtet ist das Emsland vorwiegend eine Diluvialbildung. Das dort vorkommende Alluvium tritt hauptsächlich in der Form von Sanden auf, seltener findet sich etwas Lehm. Der Alluvialsand ist für die landwirtschaftliche Nutzung ganz gut geeignet; dagegen bilden die höher liegenden, und in weitaus größerer Ausdehnung vorhandenen diluvialen Sande schon wegen ihrer Trockenheit ein für die landwirtschaftlichen Verhältnisse weit geringeres Bodenmaterial.

[1]) Haacke, Hann. Land- und Forstwirtschaftl. Zeitung 1908, S. 976.

Die Oberfläche der diluvialen Sandablagerungen ist flachwellig und von zahlreichen Sanddünen durchzogen, die in früheren Jahren als sogenannte „fliegende Sande" sehr lästig waren. In neuerer Zeit sind sie fast alle befestigt und zum größten Teil mit Kiefern aufgeforstet. Zwischen den Dünen und flachen Hügeln liegen zahlreiche Mulden, die fast alle durch Moorbildungen mehr oder weniger ausgefüllt sind.

Der größte Teil der Sande ist mit Heide bestanden und innerhalb dieser Heideflächen liegt der eigentliche „Esch". Er findet sich sowohl auf den diluvialen Höhenböden, den erhöht liegenden Tal- und Flußsanden, wie auf den eingeebneten Dünensanden.

Wie schon erwähnt, ist der „Esch" ein mehr oder weniger stark humoser Sandboden. Seine Farbe schwankt vom schmutzigen Grau bis zum Braungrau, ja bis zum Braunschwarz. Die Entstehung verdankt er der Tätigkeit der Menschen. Nach den angestellten Ermittlungen ist das Eschland seit mindestens 500 Jahren in Kultur.

Als die Erträge der Felder nachließen, begann der Mensch die umliegende Heide zu hauen und die so gewonnenen Heideplaggen auf seine düngerbedürftigen Felder zu bringen, nachdem sie als Einstreu in den Ställen gedient hatten. Dieses wiederholte sich Jahr für Jahr. Später, als die Heidenarbe nachließ, begann der Landwirt die geringere Güte der gewonnenen Plaggen durch die Masse zu ersetzen. Der mit Hilfe der Plaggenstreu gewonnene Mist wurde, oft auch mit Heidesand vermischt, auf die Felder gefahren[1]), deren Ausdehnung im Verhältnis zu den zur Düngung erforderlichen Heideflächen sehr klein war. Schließlich war man dahin gelangt, daß die Düngung von 1 ha Acker die Plaggen von 10 ha Heidefläche erforderte. Man kann rechnen, daß Jahr für Jahr auf den Hektar Eschland 10—12 cbm Dünger gefahren wurde, der bis zur Hälfte aus Stallmist und zum andern Teil aus Heideplaggen und Dünensand bestand. Im Laufe der Zeit wurden durch diese jährlichen hohen Düngerzufuhren die Ländereien ganz erheblich über den anstehenden Boden erhöht. Wie die Zusammenstellungen der Tabelle 1 zeigt, finden

[1]) IMMENDORF, H., Freie Humussäuren in Mineralböden und ihre Bedeutung für den Ackerbau. Mitteilung des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1900, 18, 15.

wir Felder, deren Oberfläche mehr als 1 m über dem anstehenden Boden liegt. Man kann annehmen, daß im Laufe einer Kultur von 100 Jahren ein Feld durchschnittlich um 20—25 cm erhöht worden ist. Unter Berücksichtigung der in der Tabelle 1 angegebenen Höhen für den Eschboden der einzelnen Felder können wir deshalb schließen, daß ein Teil der Felder bereits Jahrhunderte lang in Kultur ist.

Diese jahrhundertelange Plaggenwirtschaft bildete auf dem ursprünglichen Boden einen neuen, den sogenannten Eschboden. Durch die jährliche Zufuhr großer Mengen organischer Stoffe, besonders des schwer zersetzlichen Heidekrautes, fand eine Anreicherung an organischem Material statt. Durch Zerfall und Zersetzung desselben trat eine reichliche Humusbildung ein. Da es an den nötigen neutralisierenden Bestandteilen in dem nährstoff- und kalkarmen Sande fehlte, wurde ein großer Teil des Humus in „Humussäuren" übergeführt, so daß wir heute im Eschboden ein mehr oder weniger stark saures, humoses und sandiges Bodenmaterial vorfinden, von dem v. Seelhorst[1]) sagt: „Er ist ein lockerer, weicher, stark humoser Boden, im Grunde nichts anderes als das Restprodukt eines Sand-, Plaggen- und Stallmistkompostes."

In neuerer Zeit hat man die Plaggenwirtschaft mehr und mehr verlassen und ist zur Düngung mit reinem Stalimist und auch Kunstdünger übergegangen, ohne jedoch hierdurch die Qualität der Felder merklich gehoben zu haben.

Der Eschboden hat ungünstige physikalische Eigenschaften und besitzt vor allem große Lockerheit. Damit verbunden ist die Gefahr des Auffrierens der Pflanzen. Ebenso ist die Wasserdurchlässigkeit und Trockenheit des Bodens sehr groß, so daß, wenn nicht rechtzeitig Regenfälle eintreten, die Ernte häufig in Frage gestellt ist, besonders weil der Grundwasserstand im allgemeinen tief liegt und die kapillare Steighöhe des Wassers in dem grobkörnigen Sande des Untergrundes verhältnismäßig gering ist.

Im feuchten Zustande ist der Boden ziemlich klebrig, ist er jedoch trocken geworden, so wird er schwer benetzt. Auf die trockne Erdfläche fallende Regentropfen dringen nicht sofort ein, sondern laufen in Tropfen auf dem Boden umher. Diese Er-

[1]) C. v. Seelhorst. Ein Düngungsversuch auf Eschboden. Hann. land- und forstwirtschaftliche Zeitung 1913, 35.

scheinung, die dem „Leidenfrostschen Phänomen“ ähnelt, wird durch die dünnen Lufthäutchen bewirkt, die die einzelnen Sand- und Humuskörner überziehen und eine Benetzung verhindern.

Infolge der Dürftigkeit und sauren Natur des Eschbodens hat sich auf ihm eine eigene Kultur herausgebildet. Fast ununterbrochen baut man Jahr für Jahr Roggen an, und zwar eine Landsorte, den sogenannten Emsroggen, deren Ertrag nicht gerade hoch ist, die sich aber durch den jahrhundertlangen Anbau als sehr unempfindlich gegen die Bodensäure und die mitunter einsetzenden Spätfröste und Trockenperioden erweist. Wie die Tabelle 1 lehrt, in der die mir durch Herrn Winterschuldirektor HAACKE, Meppen, mitgeteilten Fruchtfolgen und Erntemengen verschiedener Besitzer des Emslandes zusammengestellt sind, wird der Roggenbau selten durch den Anbau anderer Früchte unterbrochen, nur hin und wieder werden Kartoffeln, Hafer und Buchweizen angebaut. Man kann demnach von einem ewigen Roggenbau sprechen. Die Erträge der Felder bewegen sich nur zwischen 5 und 6 Ztr. pro Morgen, selbst bei Anwendung von Kunstdünger, und stehen somit in keinem rechten Verhältnis zu den für Düngung und Bestellung aufgewandten Kosten.

In neuerer Zeit hat man durch Züchtung die erwähnte Landsorte zu verbessern versucht. Diese Versuche sind seitens der hannoverschen Landwirtschaftskammer auf Anregung von Herrn Geschäftsführer BRANDT, Hannover, und Herrn Geheimrat v. SEELHORST, Göttingen, 1912 begonnen, sind aber infolge der Schwierigkeit der Roggenzüchtung noch längst nicht abgeschlossen. Man bemüht sich, aus der Landsorte Linien herauszuzüchten, die neben den guten Eigenschaften, d. h. Winterfestigkeit und Unempfindlichkeit gegen „Bodensäuren“, vor allem erhöhte Ertragsfähigkeit besitzen. Der Zuchtgarten wurde in Brual bei Rheda angelegt, mußte aber später nach Vormeppen bei Meppen verlegt werden, da er am ersten Orte zu sehr durch Wildgänse im Winter zu leiden hatte.

Versuche, durch Anbau neurer hochgezüchteter Roggensorten, vor allem des „Petkuser“, auf den Eschländereien die Erträge zu steigern, haben die Erwartungen nicht erfüllt. Die Erträge sind meist hinter denen der Landsorte zurückgeblieben.

Neben den Hauptländereien, dem „Esch“, wird noch das sogenannte Sommerland bebaut. Es liegt dies meist tiefer und ist

im Winter in hohem Maße der Überschwemmungsgefahr ausgesetzt, so daß es für den Anbau von Winterfrüchten nicht in Frage kommt. Es dient in erster Linie für den Anbau von Futterpflanzen.

Neben diesen alten Ländereien sind in den letzten Jahren Flächen von Heide und Moor in Kultur genommen. Diese sind durch Verwendung von Kalk und künstlichem Dünger soweit verbessert, daß auf ihnen eine rationelle Fruchtfolge durchgeführt werden konnte. Man legt bei dieser großen Wert auf den Anbau von Klee, Runkel oder Steckrüben, Kartoffeln, Serradella, Lupinen usw. Mit Benutzung dieser Früchte findet man auf diesen Neukulturen häufig folgenden Fruchtwechsel: 1. Kartoffeln (nach Gründüngung), 2. Gerste mit Kleeeinsaat, 3. Klee, 4. Hafer, mit Serradella als Untersaat, 5. Rüben, 6. Roggen mit Lupinen als Stoppelfrucht. Wir begegnen somit auf den Neukulturen ganz anderen landwirtschaftlichen Verhältnissen als auf den alten Eschböden mit ihrem ewigen Roggenbau.

Der Gedanke, durch entsprechende Düngung die Eschböden zu verbessern und dadurch die Erträge an der Hauptfrucht Roggen zu steigern, ist bereits mehrfach ausgesprochen und die Möglichkeit des Erfolges durch Versuche in der Praxis und durch Vegetationsversuche bestätigt.

Nach einer persönlichen Mitteilung hat man in Aschendorf durch Aufgabe der Plaggenwirtschaft und ständige Düngung mit Stallmist und Kunstdünger die Eschfelder soweit verbessert, daß hier der Anbau des ertragreicheren Petkuser Roggens lohnend geworden ist.

Auch im Kreise Meppen sind ähnliche Kulturversuche gelungen. Durch Anwendung von Kunstdünger und besserer Bodenbearbeitung ist man stellenweise soweit gekommen, daß man mit dem ewigen Roggenbau hat brechen und einen rationellen Fruchtwechsel einführen können. Nach einer diesbezüglichen persönlichen Mitteilung von Herrn Haacke kultiviert man die Felder in folgender Weise: 1. Roggen (Düngung: Thomasmehl, Kainit und Ammonsulfat), 2. Roggen, Emsroggen (mit Stoppellupine und Stallmist), 3. Hafer (Thomasmehl, Kainit und Ammonsulfat), 4. Körnerlupine (etwas Stallmist), 5. Roggen, Petkuser (Thomasmehl, Kainit und Ammonsulfat), 6. Roggen, Emsroggen (Stoppellupinen und Stallmist), 7. Hafer (Thomasmehl, Kainit und Ammonsulfat), 8. Kartoffeln (Mist).

Ein besonders lehrreiches Beispiel der Verbesserung von Eschboden bietet eine Wirtschaft in dem südlichen Oldenburg. Durch Aufgabe der Plaggenwirtschaft Ende der 90er Jahre und durch reichliche Düngung mit Kainit, Ammonsulfat und vor allem viel Thomasmehl ist es gelungen, den Ertrag des Bodens an Roggen zu verdoppeln und eine rationelle Fruchtfolge einzuführen. Die entsprechenden Angaben und Bodenproben verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Landwirtschaftslehrers SCHUHMACHER, Kneeheim bei Cloppenburg, so daß ich dieses Feld mit in den Kreis der Untersuchungen einziehen konnte, um zu sehen, inwieweit durch diese Art der Ackerbearbeitung und Nutzung eine Veränderung der allgemeinen Bodeneigenschaften der Eschböden eingetreten ist.

Gleichzeitig will ich an dieser Stelle erwähnen, daß eine Reihe von Verbesserungsversuchen mit Hilfe starker Kalkungen zu absoluten Mißerfolgen geführt haben.

Auch von wissenschaftlicher Seite sind Vegetationsversuche angestellt worden, um die Möglichkeit der Bodenverbesserung zu studieren.

Ein von C. v. SEELHORST[1]) 1911/12 in Göttingen durchgeführter Vegetationsversuch mit einem Eschboden aus Teglingen bei Meppen führte zu folgendem Resultate, Vegetationspflanze Emsroggen: „Einigermaßen gute Erträge an Emsroggen auf Eschboden können nur dann erzielt werden, wenn außer Kalk genügende Mengen von Stickstoff, Kali und Phosphorsäure dem Boden zur Verfügung stehen."

TACKE[2]) zog bei seinen Untersuchungen über den Ersatz der Thomasmehlphosphorsäure durch Rohphosphate auch den Eschboden in den Kreis seiner Versuche und kam zu dem Schluß, daß auf dem sauren Eschboden mit Vorteil das Thomasmehl bezw. Superphosphat durch erdige Rohphosphate zu ersetzen ist.

IMMENDORF[3]) veröffentlichte bereits 1900 Zahlen über den

---

[1]) C. v. SEELHORST, Ein Düngungsversuch auf Eschboden. Hann. land- und forstwirtsch. Zeitung 1913, 35.

[2]) TACKE, Der Ersatz von Thomasmehl auf Hochmoor- und Heideboden durch Rohphosphate. Ebenda 1915, 7. — Derselbe, Auf welchen Böden kann Thomasmehl durch bestimmte Rohphosphate ersetzt werden? Ebenda 1909, 18.

[3]) IMMENDORF, Freie Humussäuren in Mineralböden und ihre Bedeutung für den Ackerbau. Mittlg. des Vereins für Moorkultur 1900, 18, S. 13—16.

Säuregehalt des Eschbodens und wies auf seine Fähigkeit hin, schwer lösliche Phosphate aufzuschließen, eine Eigenschaft, die nach seiner Ansicht der Boden durch rationelle Stallmist-, Kunstdüngerwirtschaft und Bodenbearbeitung gleichzeitig mit der stark sauren Reaktion verliert, selbst ohne vorhergehende Kalkung bezw. Mergelung.

Trotz den sowohl von wissenschaftlicher als auch praktischer Seite unternommenen Verbesserungsversuchen und auch stellenweise zutage tretenden Erfolgen, sind in der großen Praxis die Durchschnittserträge der meisten Eschländereien trotz Anwendung künstlicher Dünger noch sehr gering, so daß die eingehende Untersuchung der chemischen und physikochemischen Verhältnisse der Eschböden auf jeden Fall eine dankenswerte Aufgabe bildet, um so mehr, da in der Literatur über die Natur der Eschländereien nur dürftige Angaben vorliegen.

Vorliegende Arbeit, die auf Anregung von Herrn Geheimrat von Seelhorst und mit Unterstützung der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover durchgeführt ist, soll unsere Kenntnis über die Zusammensetzung und Eigenschaften des Eschbodens erweitern und die Unterlagen für eine rationelle Düngung der Felder geben, soweit dies möglich ist.

Die für die Untersuchungen erforderlichen Bodenproben wurden von Herrn Winterschuldirektor Haacke, Meppen, aus verschiedenen Feldern entnommen und dem Landwirtschaftlichen Institut der Universität Göttingen zugesandt. Hierfür möchte ich Herrn Haacke auch an dieser Stelle meinen Dank aussprechen.

Die Probenahme erfolgte nach den üblichen Verfahren aus den obersten 25 cm des Bodens, der „Ackerkrume“, und der Schicht von 25—30 cm Tiefe, dem „Untergrund“.

1. Die chemische Analyse.

Die chemische Analyse sollte sich auf die Ermittlung sämtlicher im Boden vorhandenen Stoffe erstrecken, ebenso sollten die in HCl leichtlöslichen Mineralbestandteile festgestellt werden.

Als Lösungsmittel für letztere diente 10prozent. HCl, die in fünffacher Menge 4—5 h lang auf dem siedenden Wasserbade in einem mit Rückflußkühler versehenen Jenaer Kolben auf 50 g der durch ein 2 mm Sieb gegebenen Bodenprobe einwirkte.

Durch Absaugen, d. h. Filtration unter Druck, und gründliches Auswaschen wurden die in Lösung gegangenen Teile von dem Unlöslichen getrennt, das Filtrat auf dem Dampfbade eingeengt und mehrfach mit Königswasser abgeraucht. Die so erhaltene, von organischen Stoffen möglichst freie Lösung wurde in einen 250 cm Kolben filtriert und alliquote Teile zur Bestimmung der einzelnen Bestandteile benutzt.

Die Bestimmung der einzelnen Bestandteile.

a) Die lösliche SiO_2.

Die beim Eindampfen des salzsauren Extraktes abgeschiedene SiO_2 wurde abfiltriert, nach dem Glühen gewogen und ihre Reinheit durch Abrauchen mit HF kontrolliert.

Die so erhaltenen Zahlen sind als „lösliche SiO_2" in den Analysentabellen aufgeführt. Der nach dem Abrauchen mit HF verbleibende Rückstand, der stets einige Milligramm betrug und nur aus Al_2O_3 und Fe_2O_3 neben etwas TiO_2 bestand, wurde durch Schmelzen mit Pyrosulfat in Lösung gebracht, auf 50 ccm aufgefüllt und ein äquivalenter Teil der Lösung der zur Fe_2O_3 und Al_2O_3 dienenden Menge der HCl-Lösung zugesetzt.

Ich verzichtete auf eine Bestimmung der Gesamtmenge der löslichen SiO_2 aus mehreren Gründen. Einmal besitzen wir noch keine wirklich exakte Methode, um die bei der Zersetzung von Böden mit HCl abgeschiedene SiO_2 von dem unzersetzten Bodenmaterial zu trennen, da die als Extraktionsmittel von verschiedenen Seiten vorgeschlagenen Lösungen stets mehr oder weniger lösend auf das nicht angegriffene Bodenmaterial wirken. Besonders ungünstig liegen die Verhältnisse bei stark humosem Boden. Versuche, durch verdünnte NaOH- und Na_2CO_3-Lösungen die abgeschiedene SiO_2 aus dem humushaltigen Rückstand zu extrahieren, scheiterten vollständig an der Unmöglichkeit der Filtration der tiefbraun gefärbten kolloiden Lösungen. Ein Glühen der Proben zur Zerstörung der organischen Stoffe vor der Extraktion hielt ich für unangebracht, da hierbei ein Teil der organisch gebundenen Mineralbestandteile frei geworden und in Reaktion treten konnten. Ebenso konnten die Löslichkeitsverhältnisse der geglühten Silikate andere werden und dadurch das Bild trüben.

b) Bestimmung der Alkalien und der SO_3.

100 ccm der salzsauren Bodenlösung, entsprechend 20 g Boden, dienten zur Ermittlung der SO_3 und der Alkalien nach den in der exakten analytischen Praxis üblichen Methoden. Die SO_3 wurde mit $BaCl_2$ abgeschieden, im Filtrate wurden nach Abscheidung sämtlicher anderer Stoffe durch Ammonkarbonat und Ammonoxalat die Alkalien als Chloride bestimmt. Die Bestimmung des K_2O erfolgte nach dem Perchloratverfahren.

c) Bestimmung von Fe_2O_3, Al_2O_3, P_2O_5, CaO und MgO.

In weiteren 100 ccm der HCl-Lösung, denen 20 ccm der beim Pyrosulfataufschluß des in HF unlöslichen Teils der SiO_2-Bestimmung erhaltenen Lösung zugesetzt waren, wurden die Sesquioxyde in Gemeinschaft mit P_2O_5 durch Fällung mit Natriumazetat abgeschieden, und nach dem Umfällen mit NH_3 in dem wieder aufgelösten Niederschlage die einzelnen Bestandteile ermittelt.

Im Filtrate des Azetatniederschlages wurde CaO als Oxalat gefällt und als Oxyd gewogen. MgO wurde als Phosphat in dem Filtrat der CaO-Lösung abgeschieden, nachdem dieses auf 100 ccm eingeengt war.

Die Bestimmung des Mangans erfolgte nach dem kolorimetrischen Verfahren von Marshall[1]) in 25 ccm der ursprünglichen Lösung.

d) Die Untersuchung des in HCl unlöslichen Teiles.

Der in 10prozent. HCl unlösliche Teil des Bodens wurde getrocknet und zur Zerstörung der organischen Stoffe schwach geglüht, bis aller C verbrannt war. Der dann verbleibende weiße, selten schwach gelbe Rückstand wurde fein zerrieben und nach den Methoden der exakten Silikatanalyse untersucht. Ich folgte hierbei den ganz vorzüglichen Angaben von Hillebrand[2]) und nur diesen ist in erster Linie die vorzügliche Übereinstimmung der Parallelanalysen zu danken. Die Langwierigkeit und Schwierigkeit der Silikatanalyse wird auf jeden Fall durch Anwendung

[1]) Marshall, Chem. News. 83, 1904, 76.

[2]) Hillebrand, The Analysis of Silicate and Carbonate Rocks. Washington 1919.

der exakten Methode gesteigert, die Genauigkeit der Analyse selbst durch die Ausschaltung aller Fehlerquellen erheblich vergrößert. Meines Erachtens ist für wissenschaftliche Untersuchungen die exakte Methode unbedingt zu verwenden, trotz der Mehrarbeit.

e) Bestimmung des Stickstoffs.

Die Bestimmung des Stickstoffs erfolgte nach dem Verfahren von KJELDAHL-JODLBAUER durch Aufschluß mit Phenol-Schwefelsäure in 10 g Boden.

f) Bestimmung des Kohlenstoffs und der CO_2.

Zur Bestimmung der im Boden vorhandenen Stoffe bediente ich mich der Elementaranalyse, wie sie zur Bestimmung des C in S- und N-haltigen Körpern ausgearbeitet ist. 2 g Boden aus einer mindestens 50 g schweren fein zerriebenen Probe wurde im Verbrennungsrohr verbrannt, die gebildete CO_2 gewogen und auf C umgerechnet, nachdem die dem CO_2-Gehalt entsprechende Menge an CO_2, welche in 10 g des zur C-Bestimmung dienenden Bodens durch 25 ccm H_2SO_4 1/1 frei gemacht, gravimetrisch nach dem üblichen Verfahren ermittelt wurde, subtrahiert war.

Der Glühverlust.

Der Glühverlust wurde in 5—10 g Boden ermittelt, indem derselbe in einem Porzellantiegel passender Größe bis zur Gewichtskonstanz geglüht wurde.

Ergebnisse.

Die Ergebnisse der Analysen sind in den Tabellen 2—5 zusammengestellt. Sämtliche Zahlen sind auf die Trockensubstanz der Böden berechnet, die Mittelzahlen aus je zwei Bestimmungen, die innerhalb der Fehlergrenze der benutzten Zahlen lagen. Eine Ausnahme bilden die Zusammenstellungen der in HCl unlöslichen Bodenbestandteile. Sie sind nicht auf die Trockensubstanz des ursprünglichen Bodens berechnet, sondern sie ergeben die prozentische Zusammensetzung des in HCl unlöslichen glühbeständigen Teiles des Bodens.

Ich wende mich der Erörterung der erhaltenen Analysenwerte zu, die ich für die verschiedenen Böden gemeinsam besprechen werde.

a) Der Stickstoff.

Die für den Stickstoffgehalt der verschiedenen Bodenproben gefundenen Werte sind in der Tabelle 1 enthalten. Diese Tabelle zeigt, daß im allgemeinen der N-Gehalt der Ackerkrume etwas höher als der des Untergrundes ist. Für die Ackerkrume beträgt der mittlere Gehalt an N 0,15—0,25%, nur einige wenige Werte liegen höher, so z. B. Nr. 7 mit 0,415% und Nr. 12 mit dem auffallend hohen Werte von 0,667%. Für den Untergrund liegen die Zahlen etwas niedriger und bewegen sich zwischen den Grenzwerten 0,1—0,2%, jedoch fallen auch hier eine Anzahl von Zahlen heraus, so Nr. 15 nach unten mit 0,04% und die Nummern 7, 10 und 12 nach oben. Auffallend ist der hohe N-Gehalt von Nr. 12 mit 1,5%, der seine Begründung in dem hohen Gehalt dieser Bodenprobe an organischen Stoffen findet.

Im allgemeinen liegt der N-Gehalt ziemlich hoch, jedoch zeigen Vegetationsversuche, daß der Boden trotzdem stark N-bedürftig ist. Diese Erscheinung findet ihre Erklärung in dem hohen C-Gehalt der Böden. Der N liegt fast ganz in organischer Bindung vor und kann deshalb von der Pflanze nicht genügend ausgenutzt werden.

b) Der Glühverlust und der Gehalt an Kohlenstoff und CO_2.

Die Zahlen der Tabelle 2 zeigen, daß im allgemeinen der Glühverlust des Untergrunds geringer ist als der der Ackerkrume. Der letztere betrug in der Mehrzahl der Fälle 6—7%, der des Untergrunds nur 5—6%. Ausnahmen bilden die Proben 2, 7 und 13, die erheblich höhere Zahlen aufweisen.

Der Glühverlust gibt uns nur ein annäherndes Bild der Gesamtmasse der im Boden vorhandenen organischen Stoffe. Wir müssen ihn vielmehr als Resultante verschiedener beim Glühen auftretender Reaktionen betrachten.

Der Gehalt an CO_2 ist gering und bleibt im allgemeinen unter 0,1%, nur einige wenige Proben zeigen einen etwas höheren Gehalt an abspaltbarer CO_2. Ich lasse es dahingestellt, ob die gefundene CO_2 wirklich aus den im Boden vorhandenen Karbonaten stammt, oder ob sie durch Einwirken der Säuren auf leicht zersetzliche komplizierte organische Verbindungen abgespalten

wird. Für einen großen Teil trifft die letzte Vermutung meines Erachtens unbedingt zu, da sich ein Zusammenhang zwischen dem C und CO_2-Gehalt der Proben beobachten läßt. Bildet man nämlich das Verhältnis $CO_2/C = x/100$, so bekommt man für dieses einen Zahlenwert, der für fast alle Proben zwischen 2 und 3 liegt. Nur bei denjenigen, die hohe CO_2-Gehalte neben geringem C aufweisen, also höhere Zahlen zeigen, liegt jedenfalls ein Teil der abgespaltenen CO_2 als Karbonat vor, sei es als $CaCO_3$ oder auch als $FeCO_3$.

Der Gehalt an C schwankt naturgemäß in den verschiedenen Proben ziemlich stark und beträgt im Mittel 3—4%; einige Proben fallen ganz erheblich aus diesen Mittelwerten heraus, so Nr. 2 mit 6%, Nr. 13 mit 11,25%, Nr. 7 mit 16,37% und die Proben 12 und 16 mit dem niederen Werte von etwa 2%. Im Untergrunde findet sich meist ein der Ackerkrume fast gleicher Wert, der nur teils etwas niedriger, teils etwas höher als der der Ackerkrume ist. Auffallend ist der hohe Wert von 31,84% C im Untergrund der Probe 13, der seine Erklärung findet, wenn wir bedenken, daß diese Probe als Untergrund Moor aufweist. Eine Umrechnung des gefundenen C auf Humus durch Multiplikation mit dem üblichen Faktor halte ich für gänzlich verfehlt, da hierbei rein illusorische Werte gegeben werden, denn die Konstitution der Humuskörper ist einmal nicht genau bekannt und dann findet sich das organische Material im Eschboden in Zersetzungsstufen verschiedensten Grades vor, beginnend vom unzersetzten Pflanzenmaterial bis zum völlig vertorften bezw. humifizierten Endprodukten. Je nach der Kulturmethode, Menge und Art der benutzten Plaggen liegen die verschiedenartigsten Körper vor. Diese Verschiedenheit zeigt sich auch bei einer Berechnung des gefundenen N auf den vorhandenen C. Aller Wahrscheinlichkeit nach liegt der N in organischer Bindung vor, und berechnet man das Verhältnis $N/C = x/100$ so bekommt man hierfür Zahlen, die zwischen 5 und 7 liegen; für den gleichen Untergrund ist die Zahl im allgemeinen etwas geringer, d. h. bei der Humuszersetzung ist eine Anreicherung an C neben einem Verlust an N eingetreten.

Ziehen wir zwischen dem C-Gehalt der Böden und ihrem Glühverlust Vergleiche, so ergibt sich, daß 40—50% des Glühverlustes auf die Rechnung des C zu setzen sind. Bei den meisten Proben des Untergrundes ist das Verhältnis ein wenig

höher. Die Zahlen selbst schwanken innerhalb der verschiedenen Proben ziemlich stark, auch ein Zeichen für die Verschiedenheit der Humusstoffe innerhalb der verschiedenen Bodenproben.

c) Die in 10prozent. Salzsäure löslichen Bodenbestandteile.

Betrachten wir die in Tabelle 3 zusammengestellten Zahlen für die in 10prozent. HCl löslichen Bodenbestandteile, so zeigen die einzelnen Proben eine große Ähnlichkeit.

1. Die Gesamtmenge an gelösten Stoffen ist in der Mehrzahl aller Proben in der Ackerkrume größer als im Untergrund. Die absolute Menge bewegt sich zwischen 1 und 2%, nur die Probe 13 fällt aus dem Rahmen und zwar werden hier aus der Ackerkrume 3,65% und aus dem Untergrund sogar 12,93% gelöst. Diese hohen Zahlen sind auf den außergewöhnlichen Gehalt an Fe_2O_3 der Moorprobe zurückzuführen.

2. Der Gehalt an K_2O. Der prozentische Gehalt an löslichem K_2O bewegt sich zwischen 0,03 und 0,05%. Ausnahmen bilden die Proben 13 mit den hohen Werten von 0,08 bezw. 0,18% und 11 mit dem niedrigen von 0,02% in der Ackerkrume. In den meisten Fällen weist die Ackerkrume den höheren Gehalt gegenüber dem Untergrund auf; jedoch pflegt der Unterschied nicht groß zu sein. In einigen Fällen wurde im Untergrund sogar ein höherer Wert festgestellt.

3. Der Gehalt an CaO zeigt etwas größere Schwankungen als der an K_2O. In der Mehrzahl der Fälle nähert er sich 0,05% und schwankt innerhalb der verschiedenen Proben zwischen 0,03 und 0,07%, wenn wir von den wenigen Ausnahmen mit höherem und dem sehr geringen von Probe zu Probe 10 U (0,008%) absehen.

4. Der Gehalt an MgO ist durchweg etwas geringer als der an CaO und bewegt sich zwischen 0,02 und 0,015%. Einige wenige Proben z. B. 1A, 7A, 7U und 13A und U zeigen erhebliche höhere Werte, bei diesen Proben ist der MgO-Gehalt auch höher als der CaO-Gehalt bezw. diesem gleich. In der Ackerkrume beobachten wir fast durchweg einen etwas höheren MgO-Gehalt als im Untergrund.

5. Der Gehalt an Na_2O schwankt erheblich innerhalb der verschiedenen Proben und zwar von 0,02—0,09%. In den

meisten Fällen ist der K_2O-Gehalt höher, nur bei geringem K_2O-Gehalt übersteigt ihn das Na_2O.

Die Gesamtmenge der löslichen Alkalien schwankt gleichfalls stark und zwar von 0,05—0,12%, in den meisten Fällen nähert sie sich 0,06—0,07%. Diese großen Schwankungen im löslichen Alkaligehalt dürften ihre Ursache in der von den verschiedenen Besitzern in verschiedenem Maße benutzten künstlichen Kalidüngern haben, die, besonders bei Verwendung der Rohsalze, auch auf die Ungleichmäßigkeit der MgO-Werte ihren Einfluß ausüben.

6. Das Fe_2O_3 tritt als vorherrschender Bestandteil in den in 10prozent. HCl löslichen Stoffen auf. Die absolute Menge schwankt zwischen 0,15 und 0,5% und nähert sich in den meisten Fällen Werten zwischen 0,5 und 1%. Der Untergrund der Bodenprobe 13 zeigt den abnorm hohen Gehalt von 11,77%. Das gesamte gefundene Eisen ist in den Tabellen als Fe_2O_3 angegeben, es ist jedoch nicht von der Hand zu weisen, daß ein Teil als Ferroeisen vorliegen kann. Versuche, dieses zu bestimmen, scheiterten infolge des hohen Humusgehalts der Proben.

7. Das Al_2O_3. Die für den Gehalt an Al_2O_3 gefundenen Zahlen schwanken im allgemeinen zwischen 0,4 und 0,7% und zeigen für alle Proben gleichmäßigere Werte als das Fe_2O_3. Auffallend gültige Beziehungen zwischen dem Al_2O_3-Gehalt und dem Fe_2O_3-Gehalt lassen sich nicht feststellen; man kann nur sagen, daß sich die Summe beider zwischen 0,8 und 1% bewegt. Nur einige wenige fallen aus diesen Grenzwerten heraus, so Probe 1 (0,6 bezw. 0,54%) und die stark humosen Proben 7 und 13 nach oben (1,7 bezw. 1,9%).

8. Das TiO_2 und Mn_3O_4. Beide Stoffe treten nur in geringer Menge im salzsauren Bodenextrakt auf. Die gelöste TiO_2-Menge schwankt zwischen 0,005 und 0,01%, zeigt sich somit für alle Proben ziemlich konstant. Der Mn-Gehalt schwankt von Spuren bis zu 0,008% und beträgt in der Mehrzahl der Fälle 0,002—0,004%.

9. Die Phosphorsäure. Der P_2O_5-Gehalt der Ackerkrume ist im allgemeinen etwas höher als im Untergrund und bewegt sich zwischen 0,06 und 0,1%. Nur in den wenigen Fällen (Probe 1 U, 2 U, 11 U, 12 und 16) kommen geringere Werte vor. Probe 13 zeigt ganz erheblich höhere Werte.

Die P_2O_5 dürfte in erster Linie an Fe_2O_3 gebunden und daher nur zum geringeren Teil für die Pflanze aufnehmbar sein Immerhin ist der P_2O_5-Gehalt so hoch, daß im Vegetationsversuch, der später erörtert wird, keine stärkere Wirkung der P_2O_5-Düngung beobachtet werden konnte.

10. Die Schwefelsäure. Die SO_3 beträgt etwa 0,05 bis 0,10%, in den meisten Fällen 0,06—0,07%, abgesehen von den Proben 2 mit nur 0,03% und 13 mit den hohen Werten von von 0,2 bezw. 0,4%. Der Untergrund zeigt in fast allen Fällen den geringeren Gehalt im Verhältnis zur Ackerkrume.

11. Die säurelösliche SiO_2. Die Mengen der in HCl löslichen SiO_2 aller Proben schwanken im großen und ganzen zwischen 0,07 und 0,1%. Einige wenige fallen aus diesen Mittelzahlen heraus, so die Probe 12 mit dem sehr geringen Gehalte von nahezu 0,02% und die Probe 1U mit dem sehr hohen von 0,224%.

d) Die Zusammensetzung des in 10prozent. HCl unlöslichen Teiles. Tabelle 4.

Die Analysen des in 10prozent. HCl unlöslichen glühbeständigen Teiles aller Bodenproben ergeben Zahlen, die sich ziemlich gleichen. Die Hauptmasse ist Sand, der mit etwas Ton, Feldspat und ähnlichem Material gemischt ist. Die große Ähnlichkeit in den Analysen darf nicht überraschen, da wir es mit Sanden der gleichen geologischen Formation von verhältnismäßig kleiner räumlicher Ausdehnung zu tun haben. Ein tieferes Eingehen auf die einzelnen Analysen dürfte sich wohl erübrigen, da die Tabelle 4 die einzelnen Werte in genügender Deutlichkeit zeigt. Ich beschränke mich daher auf eine kurze, allgemeine Charakteristik. In den Proben der Eschböden des Emslandes schwankt der Gehalt an SiO_2 zwischen 95 und 96%, nur eine Probe zeigt den merklich höheren Gehalt von 94,7%. Der Fe_2O_3-Gehalt beträgt etwa 0,3—0,6%, nur in der stark eisenhaltigen Probe 13U steigt er auf 1,75% an. Al_2O_3 findet sich in Mengen von 1,5—3%. Der TiO_2-Gehalt beträgt ziemlich konstant 0,2%; Mn_3O_4 tritt nur in sehr geringer Menge auf. Die vorhandenen Mengen an CaO sind ziemlich konstant etwa 0,3—0,4%, nur in einigen wenigen Proben können wir etwas höhere Werte beobachten. MgO ist gleichfalls ziemlich konstant und nähert sich

mehr oder weniger dem Werte 0,10%, einige wenige Proben zeigen geringere Werte. Die Alkalien treten in etwas größerer Menge auf. Vorherrschend ist das K_2O mit 0,7—0,9%, während der Na_2O-Gehalt 0,3—0,5% beträgt. In allen Proben liegt etwas P_2O_5 vor, aber in Mengen, die meist unter 0,1% bleiben. Die Hauptmenge der P_2O_5 wird bereits durch 10prozent. HCl gelöst. Ob diese geringen in HCl unlöslichen Mengen schwer löslichen Mineralbestandteilen zukommen, oder ob sie bei der Veraschung der organischen Stoffe aus diesen frei werden, lasse ich dahingestellt, ich persönlich nehme das letztere an. Gemeinsam in allen Proben finden sich noch einige Bestandteile untergeordneter Art. So lassen sich in jeder Probe Spuren Zr, F, Sr und in etwas größerer Menge Li nachweisen. In der Zusammensetzung des Sandmaterials des Untergrundes und der Ackerkrume der gleichen Felder lassen sich keine größeren Unterschiede beobachten.

Die Probe von Kneeheim (südliches Oldenburg) (Nr. 14) zeigt im großen und ganzen dieselbe Zusammensetzung wie die anderen Eschböden, nur ist ein etwas höherer Gehalt an CaO, MgO und vor allem K_2O zu beobachten; demzufolge ist der SiO_2-Gehalt etwas niedriger.

e) Die Bauschanalyse.

In der Tabelle 5 habe ich die für die Bauschanalyse der Eschböden gewonnenen Zahlen zusammengestellt. Sie sind teilweise durch besondere Analysen, zum größten Teil jedoch durch Berechnung aus dem schon vorhandenen Zahlenmaterial ermittelt. Da eine eingehende Besprechung der Tabellen mehr oder weniger auf eine Wiederholung des schon bei den vorhergehenden Besprechungen Gesagten herauslaufen würde, so glaube ich auf diese verzichten zu können, umsomehr, da alles zur Genüge aus den Tabellen hervorgeht. Ich will hier nur betonen, daß die Gleichmäßigkeit innerhalb der Analysen der verschiedenen Proben durch die Unterschiede in dem Humusgehalt mehr oder weniger verschwunden ist. Vor allem fallen die Proben 7 und 13 hier durch ihren hohen Gehalt an organischen Stoffen ganz aus dem Rahmen der anderen Zahlenwerte heraus.

Von Bestandteilen, die bisher noch nicht erwähnt sind, kommen Cl und S in Frage, jedoch nur in sehr kleiner Menge. Qualitativ ließen sich beide stets deutlich nachweisen, jedoch ließ

sich die quantitative Bestimmung nicht mit der nötigen Genauigkeit nach den üblichen Verfahren durchführen. Nach einem besonders ausgearbeiteten Mikroverfahren ermittelte Cl-Mengen schwankten in mehreren Proben zwischen 0,005 und 0,0005%, so daß ich mich auf den qualitativen Nachweis beschränkte. Dasselbe gilt vom S. Die frischen Proben ergaben alle bei einer qualitativen Mikroprobe die Gegenwart von sehr geringen Mengen Sulfiden, die beim längeren Lagern der lufttrockenen Proben in dicht verschlossenen Gläsern fast ganz verschwunden waren. Einige in den frischen Proben vorgenommenen Bestimmungen führten zu Werten für den Sulfidschwefel, die zwischen 0,001 und 0,0001% lagen, immerhin waren Sulfide nachweisbar.

2. Die mechanische Analyse. Tabelle 6.

Die Ausführung der mechanischen Analyse erfolgte durch Kombination der Methode Atterbergs mit einem Spülverfahren, und zwar wurden die Teilchen bis zu dem Äquivalentradius von 0,02 mm aufwärts durch Sedimentation ermittelt. Der Rückstand wurde dann in einem Spülapparat durch Durchströmen mit H_2O in die weiteren Korngrößen zerlegt. Ich sah mich zu der Kombination von Sedimentierverfahren und Spülverfahren gezwungen, da es mir auf eine Differenzierung der gröberen Bestandteile ankam, deren Trennung durch Sedimentation infolge der kurzen Absatzzeiten zu ungenauen Werten geführt haben würde.

Als Ausgangsmaterial für die einzelnen Untersuchungen diente eine 25 g Trockensubstanz entsprechende Menge lufttrockenen Bodens.

Bei der Vorbereitung der Proben zur Analyse wurde jeder tiefere Eingriff unterlassen. Ich hielt es für falsch, die vorhandenen Humusstoffe zu zerstören, da diese bei dem stark humosen Bodenmaterial weitgehend die Struktur und Korngröße beeinflussen.

Es blieb nur die einfache Vorbereitung mit Wasser übrig, und zwar wurde die Kochmethode benutzt, um die anhaftende Luft gänzlich aus dem sonst schwer benetzbaren Boden zu entfernen. Die Probe wurde mit Wasser eben zum Kochen erhitzt, abkühlen lassen und mit dem Finger zerrieben in den Atterbergschen Zylinder überführt und bei 20 cm Wasserhöhe

die vorgeschriebene Zeit absitzen lassen. Nachdem die Schlämmuug nach ATTERBERG beendet war, wurde der Rückstand im Spülzylinder zu Ende geschlämmt.

Die Resultate der Schlämmanalyse sind in der Tabelle 6 zusammengestellt, berechnet auf die Trockensubstanz der untersuchten Böden.

Gleich den chemischen Analysen ergibt auch die mechanische Analyse für die verschiedene Korngröße der einzelnen Proben ähnliche Zahlen. Die Korngrößen von 0,5—2 mm sind nur in geringer Menge vorhanden, fast ganz fehlen die groben Sande über 2 mm Durchmesser. Desgleichen treten die feinen Teilchen von 0,02 mm abwärts zurück, ein Zeichen, daß „Ton" nur in sehr geringer Menge vorhanden ist. Die Hauptmasse des Bodens wird durch die Korngröße 0,06—0,25 mm dargestellt. Innerhalb dieser Körnung zeigen sich größere Differenzierungen in den einzelnen Proben.

Abweichend von den Proben des Emslandes zeigt diejenige aus dem südlichen Oldenburg einen etwas größeren Gehalt an Körnern der Fraktion 0,02—0,06 mm. Aber auch ihr fehlen erhebliche Tonmengen.

Versucht man auf Grund der chemischen und mechanischen Analysen der Eschböden eine allgemeine Charakteristik derselben zu geben, so läßt sie sich kurz in die folgenden Worte fassen:

Im Eschboden liegt ein humoser Sandboden vor, der arm an Ton und groben Kiesen ist und eine ziemlich gleichmäßige Korngröße von 0,1—0,06 mm in der Hauptsache aufweist. Der Gehalt an C ist ziemlich hoch und beträgt 3—4%. An leicht löslichen Nährstoffen ist der Boden verhältnismäßig arm. Kalk kommt nur in geringer Menge vor. Der Gehalt an leicht löslichem K ist nicht beträchtlich, immerhin sind merkbare Mengen vorhanden. Reicher ist der Boden an N, der jedoch für die Pflanze schwer aufnehmbar ist, und an P_2O_5. Infolge des hohen Humusgehaltes neben dem geringen Kalk zeigt der Boden stark saure Eigenschaften, wie ein späteres Kapitel zeigen wird.

Auswaschversuch.

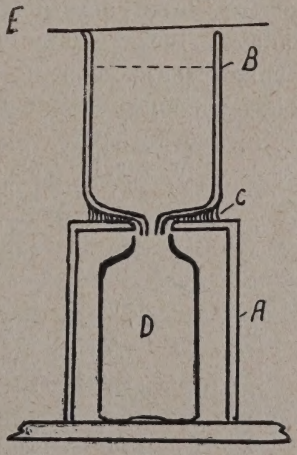
Infolge des geringen Nährstoffgehalts der Böden ist künstliche Düngung zur Erzielung von Höchsternten erforderlich. Von Interesse ist die Beantwortung der Frage, inwieweit die dem

Boden durch die Düngung zugeführten Nährstoffe der Auswaschung durch Regen unterliegen, da mit einer hohen Adsorptionsfähigkeit des Sandbodens nicht zu rechnen war. Anderweitig angestellte Versuche über die Auswaschung von Nitrat- und Ammoniak-Stickstoff auf Sandboden zeigten die schnelle Auswaschung des Nitrat-Stickstoffs. Ähnliche Verhältnisse waren auch auf dem Eschboden zu erwarten. Eine Klärung dieser Fragen sollte durch den folgenden Auswaschungsversuch gebracht werden, der sich auf die Ermittlung der Menge und Art der ausgewaschenen Nährstoffe erstrecken sollte, die nach der Düngung im Sickerwasser auftraten.

Ausführung des Versuchs.

Die Versuche wurden in Auswaschgefäßen untenstehender Form durchgeführt.

Auf dem Holzgestell A ruht die tubulierte Glasglocke B auf einer durchbohrten Filzplatte C. Sie ragt mit ihrem Tubus durch die Deckplatte in den Hals der untergestellten Flasche D. Die Glasglocke B von ca. 10 l Inhalt wird mit der zu untersuchenden Erdprobe gefüllt, nachdem der Tubus durch einen passenden Porzellanteller abgedeckt ist. Das durchsickernde Wasser wird in D aufgefangen. Um die Verdunstung an der Erdoberfläche möglichst einzuschränken, wird die Glocke mit einer Deckplatte E verschlossen.



In die beschriebenen Gefäße wurden 15 kg Eschboden gegeben und möglichst fest gestampft. Auf diese feste Bodenschicht wurden dann 5 kg Boden gegeben, in dem die in der untenstehenden Tabelle angegebenen Düngermengen gleichmäßig verteilt waren. Durch diese Füllung, und vor allem die Verteilung der Düngung in einer Deckschicht sollten im Versuche Verhältnisse geschaffen werden, die sich denen in der Natur möglichst nähern. Ich hielt es daher für falsch, die Düngung in dem gesamten Bodenmaterial zu verteilen, da die Verhältnisse in der Praxis doch so liegen, daß die eigentliche

Düngung in einer schwachen Deckschicht verteilt ist, und die darunter liegende ungedüngte Bodenschicht ihre absorbierende Wirkung auf die durchsickernde Salzlösung ausübt. Die so vorbereiteten Gefäße wurden dann mit destilliertem Wasser begossen und zwar wurde täglich $^1/_2$ l gegeben, bis ca. 5 l in den unterstehenden Auffanggefäßen vorhanden waren.

In der Tabelle 7 ist die Art und Stärke der Düngung für jeden der 11 Versuchstöpfe angegeben und gleichzeitig auch die Menge der durch die Düngung dem Boden zugeführten Stoffe, deren genaue Kenntnis für die Beurteilung der bei der Analyse der Sickerwasser erhaltenen Zahlen erforderlich ist. Zu ihrer Feststellung war die genaue Analyse der benutzten Dünger erforderlich, deren Ergebnisse in der folgenden Tabelle 8 zusammengestellt sind.

Die Ausführung der Auswaschung erfolgte bei einer Temperatur von 5—8° in der Zeit vom 13.—24. Januar 1921.

Die Untersuchung des Sickerwassers erfolgte nach den für die Wasseranalyse ausgearbeiteten Methoden.

Die Färbung des durchgesickerten Wassers erwies sich weitgehend durch die Düngung beeinflußt. Die Reaktion der erhaltenen Sickerwasser erwies sich gegen Lackmus mehr oder weniger stark sauer, ihre Mengen und Färbungen habe ich im folgenden kurz zusammengestellt.

Nr.	Wassermenge	Färbung
1.	4,08	bräunlich-gelb.
2.	4,74	bräunlich-gelb.
3.	4,47	bräunlich-gelb.
4.	4,78	unten eine 10 cm hohe gelbliche Schicht, die nach oben bräunlich und dann dunkelbraun wird.
5.	4,30	gelblich, Stich ins braune.
6.	4,77	unten eine 11 cm hohe gelbliche Schicht, die nach oben langsam in dunkelbraun übergeht.
7.	4,58	hell gelblich-braun, nach oben dunkler werdend.
8.	4,38	genau wie 7.
9.	4,36	ganz helle, gelblich-braune Flüssigkeit.
10.	4,52	unten gelbliche, nach oben etwas dunkler werdende aber ganz hell gelb-braune Flüssigkeit.
11.	4,44	

Die Ergebnisse der chemischen Wasseranalysen habe ich in den Tabellen 9 und 10 zusammengestellt, und zwar enthält die Tabelle 9 die in einem Liter vorhandene Menge der betreffenden Stoffe in Gramm, während die Tabelle 10 die Gesamtmenge an ausgewaschenen Stoffen, gleichfalls in Gramm enthält. Die Unter-

suchung der Proben auf P_2O_5 verlief negativ; obwohl stets auf P_2O_5 in 250 ccm der Proben nach dem Einengen geprüft wurde, ließen sich nirgends mehr als Spuren und auch diese teilweise nicht sicher nachweisen.

Wie zu erwarten war, ändert die Düngung die Zusammensetzung der Sickerwasser sehr stark, wie die Tabelle 9 zeigt. Ich würdige die erhaltenen Zahlen nur einer flüchtigen Besprechung, da die nächste Tabelle die Gesamtmenge der ausgewaschenen Stoffe und die Vorgänge deutlicher zeigt.

Was den N-Gehalt des Wassers anbetrifft, so zeigt er den starken Unterschied in der Absorptionsfähigkeit des Bodens für Nitrat und Ammoniak-Stickstoff; die Sickerwasser der mit $NaNO_3$ gedüngten Gefäße zeigen nahezu den dreifachen N-Gehalt der mit Ammoniak gedüngten, die Sickerwasser der mit Gipsammonsalpeter gedüngten Gefäße haben einen mittleren N-Gehalt.

Der Gehalt des Wassers an Kali wird durch eine Düngung mit Kainit stark erhöht.

Bei einer näheren Betrachtung der Tabelle 10 fällt die verhältnismäßig große Menge an löslichen Stoffen auf, die in den ungedüngten Gefäßen auftreten, obwohl die Analysen der Eschböden einen so niedrigen Gehalt an Pflanzennährstoffen aufweisen. Zu ihrer Erklärung muß bemerkt werden, daß leider zu dem Auswaschversuch ein Boden benutzt werden mußte, der bereits zu einem Düngungsversuch gedient hatte, und der daher noch ein Teil der nicht von Pflanzen aufgenommenen Dünger enthielt. Von rein wissenschaftlichem Standpunkt aus ist naturgemäß die Verwendung eines derartigen Materials zu verwerfen, weil das Resultat des Versuches dadurch getrübt wird. Immerhin wird sich trotzdem mit einiger Sicherheit die Frage beantworten lassen, wenn sämtliche erhaltenen Zahlenwerte auf diejenigen der ungedüngten bezw. nur mit $CaCO_3$ gedüngten bezogen, und die sich so ergebenden Differenzen den Betrachtungen zugrunde gelegt werden.

In der Tabelle 11 sind die sich hierbei ergebenden Differenzen zusammengestellt; sie sind in der Weise gewonnen, daß von den Werten der Tabelle 10 diejenigen der ungedüngten bezw. nur mit $CaCO_3$ gedüngten abgezogen sind. Die erhaltenen Differenzen sind auf die Wirkung der einzelnen Düngung zurückzuführen.

Betrachten wir die Tabelle 11 näher, um die Wirkung der einzelnen Dünger herauszuschälen, so ergibt sich kurz das folgende. Durch die Kalkung des Bodens (Getäß 2) wird die Menge an auswaschbaren Stoffen gesteigert. Es tritt eine vermehrte Auswaschung an N, SiO_2 und Sesquioxyden auf. Die auswaschbare Menge an CaO wird etwas vermindert, die Mengen an K_2O und Cl bleiben ungeändert, dagegen steigt die Menge an MgO, SO_3 und Na_2O etwas an.

Durch die Volldüngung auf den Gefäßen 3 und 4 nimmt naturgemäß infolge der zugeführten löslichen Salze die Gesamtmenge der ausgewaschenen Stoffe erheblich zu. Es macht sich der große Unterschied in der Wirkung von $(NH_4)_2SO_4$ und $NaNO_3$ bemerkbar; besonders im N- und Fe_2O_3 bezw. SiO_2-Gehalt. Geben wir zur Volldüngung noch $CaCO_3$, so vermindert sich im allgemeinen die Menge der ausgewaschenen Stoffe. Innerhalb der Wirkung der $NaNO_3$- und $(NH_4)_2SO_4$-Düngung liegt derjenige des Gipsammonsalpeter (10 und 11).

Bei der Kainitdüngung erhöhen sich durch die große dem Boden zugeführte Salzmenge sämtliche Werte der Tabelle.

Um die Einzelwirkung der Düngung kurz und genau zu bezeichnen, setze ich die Tabelle 12 ein, in der berechnet ist, wieviel Prozent der zugesetzten Düngemittel ausgewaschen wurden. Die Tabelle ist in der Weise zusammengestellt, daß aus den für die einzelnen Dünger aus ihrer chemischen Zusammensetzung berechneten dem Boden zugeführten Stoffmengen (siehe Tabelle 7) und aus den zugehörigen Werten der ausgewaschenen Stoffe (siehe Tabelle 10) der Prozentgehalt an letzteren ermittelt wurde.

Vergleichen wir zuerst den N unter dem Einfluß der Düngung. Von dem in Form von Ammonsulfat dem Boden zugeführten N wurden auf Gefäß 3 19,7% ausgewaschen, eine Menge, die sich durch gleichzeitige Kalkung in Gefäß 5 auf 11,9% erniedrigt. Ersatz des KCl durch Kainit Nr. 7 bewirkt eine Erhöhung des ausgewaschenen N auf 59,2%, die sich durch gleichzeitige $CaCO_3$-Gabe auf Gefäß 8 um 35,2% erniedrigt. In der stark sauren Düngung auf Gefäß 9 sind nur 17,7% ausgewaschen. Geben wir den N in der Form von $NaNO_3$, so erfolgt seine quantitative Auswaschung. Im Gefäß 4 ist sogar noch ein Teil des Bodenstickstoffs entfernt, die Kalkung auf Gefäß 6 erniedrigt die Menge von 107,1% auf 96,1%.

Bei der Düngung auf den Gefäßen 10 und 11 mit Gipsammonsalpeter, der die Hälfte seines Stickstoffs als Nitratstickstoff enthält, tritt eine Auswaschung von 58,7 bezw. 54,2 % N ein, so daß auch hier mit einer quantitativen Auswaschung des Nitratstickstoffs zu rechnen ist. Was den Einfluß des $CaCO_3$ auf die N-Auswaschung anbetrifft, so läßt sich allgemein feststellen, daß die Menge des entfernten N durch eine gleichzeitige Kalkung vermindert wird.

Von dem für die Pflanzenernährung ebenso wichtigen Kali unterliegen nur sehr geringe Mengen der Auswaschung. Im allgemeinen schwankt die Menge bei Anwendung von hochprozentigem KCl als Düngemittel zwischen 1 und 4 %, ohne besondere Gesetzmäßigkeiten zu zeigen. Nur bei Anwendung des niedrigprozentigen Kainits steigt die Menge des auswaschbaren K_2O auf 11—12 % des zugeführten Kalis.

Viel komplizierter liegen die Verhältnisse beim Natron und den anderen Basen CaO und MgO. Vom Na_2O wird im allgemeinen ein ziemlich großer Teil des durch die Düngung zugeführten ausgewaschen, wie die Gefäße 4, 5, 7 und 8 zeigen. Wird kein Na_2O bezw. sehr wenig durch die Düngung zugeführt, so wird das Na_2O des Bodens beansprucht und fällt der Auswaschung anheim, wie die Gefäße 3, 9, 10 und 11 lehren. Ganz auffallend ist das Verhalten des Na_2O auf Gefäß 5, auf dem eine ganz beträchtlich geringere Menge, als durch die Düngung zugeführt wird, ausgewaschen wird. Hier tritt durch die $CaCO_3$-Düngung eine Speicherung im Boden auf. Worauf diese beruht und ob sie allgemein gilt, kann nicht gesagt werden.

Die Kalkung vermindert auch die Auswaschung der Magnesia. In allen den Fällen, in welchen nicht viel MgO durch die Düngung zugeführt wird, wird der Bodenvorrat angegriffen, wie die Gefäße 3, 9 und 10 zeigen.

Die Löslichkeit des Kalks wird durch die saure und salzreiche Düngung stark vermehrt. Bei den Gefäßen 7 und 9 genügen die in der Düngung zugefügten Kalkmengen nicht, um die Auswaschung zu decken; der an und für sich geringe CaO-Gehalt des Bodens wird angegriffen. Geben wir aber eine Kalkung, so bleibt die absolute Menge an auswaschbarem CaO ziemlich dieselbe, wie Tabelle 11 zeigt, wohl aber wird die prozentuelle Zahl infolge der hohen Kalkgabe erheblich erniedrigt.

Die elektronegativen Bestandteile der Düngesalze werden nahezu quantitativ ausgewaschen; dies gilt vor allem für Cl. Die SO_3 wird etwas weniger ausgewaschen, gar keine Auswaschung findet bei der H_3PO_4 statt, was nicht überraschend ist. Sie bildet mit den im Boden vorhandenen basischen Stoffen, in erster Linie wohl mit dem $Fe(OH)_3$ bezw. $CaCO_3$, in H_2O schwer lösliche Verbindungen und wird dadurch vor Auswaschung bewahrt.

Bei der Schwefelsäure liegen die Verhältnisse etwas anders. Trotz teilweisen Übergangs in den schwerlöslichen Gips wird sie zum größten Teil entfernt und in den Fällen, wo keine größeren SO_3-Mengen dem Boden zugeführt werden, werden die im Boden vorhandene SO_3 bezw. SO_3-Salze ausgewaschen.

Das dem Boden zugeführte Cl wird nahezu quantitativ entfernt, obwohl sich auch hier ein vermindernder Einfluß der Kalkung zeigt. Dasselbe gilt für die dem Boden zugeführte HNO_3.

Die hier beobachteten Tatsachen finden ihre Erklärung in den Absorptionsverhältnissen des Bodens. Von den sauren Humusbestandteilen und ebenso von den sicherlich vorhandenen sauren Silikaten werden in erster Linie die elektropositiven Bestandteile der zugeführten Düngemittel absorptiv gebunden, sei es durch Bildung schwer löslicher Salze auf rein chemischem Wege oder durch Bildung von Adsorptionsverbindungen auf kolloidchemischer Grundlage. Und zwar werden sich in erster Linie die stärksten Basen anlagern, in diesem Falle das K_2O; tatsächlich finden wir die geringste Auswaschung beim K_2O, ein Zeichen, daß dieses am ersten und besten gebunden wird. Hiergegen spricht nicht das etwas abweichende Verhalten beim Kainit. Durch die großen Salzmengen wird das Absorptionsvermögen des Bodens erschöpft und dadurch tritt eine erhöhte Auswaschung auf.

Beim N des NH_3 tritt gleichfalls Bindung ein, die jedoch nicht so stark ist, daß alles NH_3 gebunden wird. Die auswaschbare Menge ist mithin größer als beim K_2O. Beim Na_2O, CaO und MgO spielen neben der Adsorption noch der Basenaustausch aus den Silikaten eine Rolle, so daß sich diese Nährstoffe besonders, wenn geringe Mengen von ihnen durch die Düngung zugeführt werden, in verhältnismäßig großer Menge, gebunden an die bei der Adsorption des K_2O und NH_3 frei werdenden Säuren, im Drainagewasser finden. Hierbei laufen sicherlich Adsorptions-

erscheinungen, Basenaustausch und kompliziertere chemische Reaktionen nebeneinander her, so daß keine absolut sichere Erklärung für ihr Verhalten gegeben werden kann.

Fassen wir das Ergebnis des Auswaschversuches in einigen Sätzen kurz zusammen, so ergibt sich:

1. Das dem Boden zugeführte Kali wird fast quantitativ gebunden.
2. Der Stickstoff wird in der Form von NH_3 gebunden, als Nitrat ausgewaschen.
3. Kalkung erhöht im allgemeinen die Adsorptionsfähigkeit des Bodens.
4. Die Säuren der dem Boden zugeführten Düngesalze werden mit Ausnahme der P_2O_5 vollständig ausgewaschen.

Die Resultate des Auswaschversuchs gestatten Vorschläge für eine Düngung des Eschlandes zu machen, bei der Düngerverluste durch Auswaschung möglichst gering sind. Kali wird am zweckmäßigsten als hochprozentiges KCl gegeben, der N als Ammonsulfat. Nach den mir gewordenen Mitteilungen verwendet man im Emsland allgemein eine Düngung mit Kainit, Ammonsulfat und Thomasmehl. Ich möchte empfehlen, den Kainit durch hochprozentiges KCl zu ersetzen, da das letztere die bessere Adsorption an K_2O ergibt. Außerdem spricht noch ein anderer Grund gegen Verwendung des Kainits. Wie später ausgeführt wird, tritt im Eschboden durch Neutralsalze die Bildung von stark sauren Produkten ein, deren Menge durch die hohe Salzkonzentration der nötigen Kainitmengen gesteigert wird. Neben der erwähnten Düngung dürfte noch eine geringe Kalkmenge gleichzeitig zu geben sein, einmal um die Absorptionsverhältnisse im Boden zu bessern und dann um die bei der Neutralsalzzersetzung frei werdenden Säuren zu binden.

Eine Düngung mit Nitraten empfiehlt sich nicht, da der N zu schnell ausgewaschen wird. Will man aus irgend einem Grunde der Pflanze schnell wirkenden Nitratstickstoff zuführen, so empfehle ich eine Kopfdüngung mit geringen Mengen Gipsammonsalpeter bezw. Ammonsulfatsalpeter zu verwenden, da bei diesen die Gefahr der Auswaschung stark verringert ist.

Vegetationsversuche.

Den Beweis für die Erhöhung der Erträge an Emsroggen durch rationelle Düngung von Eschland hatte Geheimrat v. Seelhorst 1911/12 erbracht. Für einen Eschboden aus Teglingen bei

Meppen faßte er das Resultat der Versuche in den folgenden Worten kurz zusammen: „Einigermaßen gute Ernten an Emsroggen lassen sich auf Eschboden nur dann erzielen, wenn Kali, Phosphorsäure und Stickstoff außer Kalk dem Boden in genügender Menge zur Verfügung stehen.“ Unter Berücksichtigung der hier erhaltenen Resultate und der durch die vorhergehenden Untersuchungen gefundenen Tatsachen, wurden die folgenden Vegetationsversuche angesetzt, die teilweise von Herrn cand. agr. RADTKE ausgeführt wurden.

Die Versuche sollten zwei Fragen beantworten, und zwar 1. Welchen Einfluß zeigt eine Volldüngung bei gleichzeitiger Kalkung auf die Höhe des Ertrages. 2. Wie ändert sich durch die Düngung die Bodenreaktion und welchen Einfluß zeigt letztere auf die Ernte. Beide Versuche wurden gleichzeitig mit Hafer angesetzt. Infolge der ungünstigen Lage der Göttinger Vegetationshalle und dem dadurch verursachten regelmäßigen Auftreten von Pflanzenkrankheiten wurde Hafer zu den Versuchen benutzt, der sich bis dahin als verhältnismäßig widerstandsfähig erwiesen hatte, obwohl er für diese Versuche wegen seiner Unempfindlichkeit gegen Bodensäure nicht besonders geeignet war.

Ist eine Volldüngung und gleichzeitige Abstumpfung der Bodensäure zur Erzielung von Höchsternten nötig?

Die zur Klärung dieser Frage angesetzten Vegetationsversuche wurden als Differenzdüngungsversuche mit Eschboden verschiedener Herkunft nach dem folgenden Düngungsplan angesetzt und in dreifacher Durchführung durchgeführt.

Düngungstabelle.

Nr.	Düngung	Zugesetzte Düngermenge
1	0	0
2	$CaCO_3$	30 g $CaCO_3$
3	K, N, P, Mg, Ca	7,1 „ $(NH_4)_2SO_4$, 3 g KCl, 3,8 g $CaH_4(PO_4)_2$, 2,5 g MgO, 30 g $CaCO_3$
4	N, P, Mg, Ca .	7,1 „ $(NH_4)_2SO_4$, 3,8 g $CaH_4(PO_4)_2$, 2,5 g MgO, 30 g $CaCO_3$
5	K, P, Mg, Ca .	3,0 „ KCl, 3,8 g $CaH_4(PO_4)_2$, 2,5 g MgO, 30 g $CaCO_3$
6	N, K, Mg, Ca .	7,1 „ $(NH_4)_2SO_4$, 3 g KCl, 2,5 g MgO, 30 g $CaCO_3$
7	N, K, P, Ca . .	7,1 „ $(NH_4)_2SO_4$, 3 g KCl, 3,8 g $CaH_4(PO_4)_2$, 30 g CaCO
8	N, P, K, Mg . .	7,1 „ $(NH_4)_2SO_4$, 3 g KCl, 3,8 g $CaH_4(PO_4)_2$, 2,5 g MgO

Die zugefügten Düngermengen sind so berechnet, daß pro Topf gegeben wurden: je 1 g P, je 1,5 g K, N und Mg und 30 g $CaCO_3$.

Leider wurde infolge eines Versehens die Mg als MgO und nicht wie beabsichtigt als $MgCl_2$ gegeben. Nichtsdestoweniger wurde der Versuch durchgeführt, obwohl durch die Düngung mit der alkalischen MgO die reine Säurewirkung sowohl wie die der Kalkgabe gestört wird. Bei dem immerhin stark sauren Boden dürfte die neutralisierende Wirkung der MgO nicht gar zu hoch anzusetzen sein.

Die Versuche wurden in großen Vegetationsgefäßen aus Zink ausgeführt, die zum Schutze gegen die sauren Reaktionsprodukte des Bodens stark mit Asphaltlack gestrichen waren. Das Bodenvolumen wurde auf 15 kg lufttrocknen Bodens bemessen; der Wassergehalt der Töpfe wurde auf 60% der absoluten Kapazität gehalten. Die Füllung der Gefäße erfolgte am 3. April 1920. Sie wurden durch langsamen H_2O-Zusatz bis zum 6. April auf den beabsichtigten H_2O-Gehalt gebracht.

a) Versuch auf dem Boden von Weckenborg.

Die Einsaat der Pflanzen erfolgte am 6. April mit je 15 Korn „Göttinger Hafer", der am 13. April aufzulaufen begann. Am 20. April waren sämtliche Pflanzen erschienen; am gleichen Tage wurden sie auf 12 pro Topf vereinzelt. Am 13. Mai beginnt auf allen Töpfen gleichmäßig das Schossen, die Blüte am 15. Juni. Das Aussehen usw. der Pflanzen Ende Juni läßt sich im folgenden kurz zusammenfassen. In den mit Düngung versehenen Gefäßen lassen sich keine merklichen Unterschiede beobachten, mit Ausnahme des Nfreien Topfes, der sich durch helle Blattfarbe auszeichnet. Der mit $CaCO_3$ versehene Topf ist den andern gegenüber etwas zurück und zeigt ebenfalls helle Farbe, das gleiche gilt in vermehrtem Maße von dem ungedüngten Topfe. Bei allen Pflanzen sind die unteren Ährchen in der Rispe angelegt und entwickelt, aber taub. Wider alles Erwarten wurden sämtliche Pflanzen mit Ausnahme der ungedüngten mehr oder weniger stark von Mehltau befallen, so daß, um größeren Schädigungen vorzubeugen, die Pflanzen entgegen dem ursprünglichen Plane (es war volle Reife der Pflanzen beabsichtigt), in der Grünreife geerntet wurden. Die geernteten

Pflanzenmengen und die durch Messung und Zählung gewonnenen Werte sind in der Tabelle 13 zusammengestellt.

Um die Nachwirkung der Düngung kennen zu lernen, wurde auf denselben Gefäßen ein zweiter Vegetationsversuch mit Spörgel angesetzt. Die abgeernteten Gefäße wurden umgestochen, die vorhandenen gröberen Haferwurzeln entfernt und die Gefäße am 22. Juli mit Spörgel bestellt, der am 27. Juli auflief und am 8. August auf 15 Pflanzen vereinzelt wurde. Am 9. September beginnt gleichmäßig die Blüte, gleichzeitig zeigt sich ein mäßiger Befall mit Peronospora obovata, so daß am 17. September wegen stärkerer Ausbreitung desselben die Ernte erfolgte.

In der Tabelle 14 sind die aus der Tabelle 13 berechneten Mittelzahlen und ihre wahrscheinlichen Schwankungen zusammengestellt. Der Topf 3b ist ausgelassen, da er allein durch Fritfliegen stark beschädigt war.

Betrachten wir den Einfluß der Düngung auf die pro Topf geerntete Menge der Trockensubstanz, so lehrt die Tabelle 14, daß durch die alleinige Kalkung ein merklicher Zuwachs im Vergleich mit dem ungedüngten Topfe eingetreten ist. Eine Volldüngung neben der Kalkung bringt nochmals eine erhebliche Ertragssteigerung zustande. Fehlt in der Volldüngung ein Nährstoff, so läßt sich nur beim N-Mangel eine unbedingt sichere Erniedrigung der Trockensubstanz beobachten.

Das Fehlen von K_2O und $CaCO_3$ bringt gleichfalls eine schwache Verminderung der Trockensubstanz hervor, die jedoch so gering ist, daß sie unter Berücksichtigung der vorhandenen Schwankung der Einzelwerte nicht als unbedingt sicher gelten kann. Das gleiche gilt von der geringen Zunahme beim Mangel an MgO. Das Fehlen der Phosphorsäure macht sich im Ertrage der Trockensubstanz nicht bemerkbar. Etwas ausgeprägter als bei der geernteten Trockensubstanz zeigt sich die Wirkung im Kornertrag. Durch die Kalkung wird die Anzahl der geernteten Körner im Vergleich zu den ungedüngten Töpfen nahezu verdoppelt. Die Volldüngung bewirkt eine weitere Steigerung der Kornzahl auf das $2^1/_2$fache der ungedüngten. Fehlt P_2O_5 und Mg in der Düngung, so ändert sich die Kornzahl im Vergleich zur Volldüngung nicht merklich, dagegen bewirkt das Fehlen von K_2O, N und $CaCO_3$ eine so starke Verminderung, daß die erhaltenen Zahlen denen bei der alleinigen Kalkung (Gefäß 20) er-

haltenen nahezu gleichen. Auffallend ist die Zunahme der tauben Ährchen, die durch die Düngung bewirkt wird und die durch Wachstumsstörungen irgend welcher Art, wahrscheinlich Wassermangel, bedingt sein dürften.

Die geerntete Trockensubstanz des Hafers wurde einer chemischen Untersuchung unterzogen und durch diese die hauptsächlichsten Pflanzennährstoffe K, N, P, Ca und Mg ermittelt. Da die Ernte der einzelnen Paralleltöpfe keine allzugroßen Schwankungen zeigten, mit Ausnahme der des ausgeschiedenen Topfes 3 b, so wurden die zusammengehörenden Erntemassen vereinigt und nach guter Mischung analysiert (vgl. Tabelle 15).

Betrachten wir zuerst den prozentischen Gehalt der geernteten Trockensubstanz an Pflanzennährstoffen, so ergibt sich:

Durch die Kalkung des Bodens wird der prozentische Gehalt der Trockensubstanz an sämtlichen Pflanzennährstoffen, mit Ausnahme der P_2O_5, ganz erheblich gesteigert, vor allem nimmt der N-, K_2O- und CaO-Gehalt zu. Vergleichen wir die Volldüngung mit „Ungedüngt", so ergibt sich eine starke Steigerung mit Ausnahme der P_2O_5, auch im Vergleich zur Kalkung bewirkt die Volldüngung starke Zunahme des prozentischen Aschengehalts. Kalimangel (Nr. 4) bewirkt in erster Linie eine Erniedrigung des K_2O-Gehaltes der Ernte, der sich dem der Ernte der ungedüngten Erde nähert, ebenso ist der P_2O_5-Gehalt erniedrigt.

N-Mangel (Nr. 5) erniedrigt im Vergleich zur Volldüngung die Menge sämtlicher Nährstoffe, mit Ausnahme der P_2O_5, die etwas steigt. Der N-Gehalt ist derselbe wie unter dem Einfluß der alleinigen $CaCO_3$-Wirkung. Mangel an P_2O_5 (Nr. 6) drückt in erster Linie den Gehalt an dieser herunter. Das Fehlen der MgO (Nr. 7) bewirkt eine Steigerung im CaO-Gehalt und eine Depression von K_2O, MgO und P_2O_5.

CaO-Mangel verursacht eine Verminderung an CaO neben gleichzeitiger Steigerung an MgO.

Ein Vergleich der dem Boden durch die Ernte entzogenen Nährstoffmengen führt zu folgendem Resultat: Durch die Kalkung wird die dem Boden durch die Pflanze entzogene Nährstoffmenge im Vergleich zu „Ungedüngt" etwa verdoppelt, mit Ausnahme der P_2O_5, die ungefähr dieselbe bleibt.

Die Volldüngung steigert durch die höheren Erträge und den höheren prozentuellen Nährstoffgehalt die Menge der dem Boden

entzogenen Nährstoffe ganz erheblich. Sie ist im Vergleich zu »Ungedüngt« vervier- bis verfünffacht, im Vergleich zur Kalkung verdoppelt mit Ausnahme der P_2O_5, die nur eine geringe Zunahme erfahren hat.

Fehlt irgend ein Nährstoff in der Düngung, so ist die in den Pflanzen enthaltene Menge desselben etwas höher als die der Pflanzen des mit Kalk gedüngten Topfes. Die P_2O_5 ist so gut wie gar nicht ausgenutzt, nur bei den Töpfen 3, 5 und 8 sind etwa 5 % aufgenommen.

Die Ausnutzung des zugeführten Stickstoffs beträgt 30—40 %, die des K_2O etwa 50—60 %, mit Ausnahme von Topf 5, wo sie 10—11 % beträgt. Ebenso ist die MgO nur zu einem kleinen Teile aufgenommen.

Die Ernte an Spörgel lieferte auf allen Töpfen so gleichmäßige Resultate, daß ihre Erörterung unterbleiben kann. Durch den Befall mit Peronospera obovata und der dadurch bedingten frühen Ernte war eine Differenzierung der Nährstoffaufnahme der verschieden gedüngten Pflanzen noch nicht eingetreten.

b) Versuch auf dem Boden Vieler.

Die Füllung der Töpfe, Einsaat und Entwicklung der Pflanzen verlief genau in gleicher Weise wie auf dem Boden von Weckenborg, so daß sich eine Wiederholung der einzelnen Beobachtungen erübrigt. Wegen des in der gleichen Stärke wie bei dem vorigen Versuch auftretenden Mehltaubefalls erfolgte die Ernte an demselben Tage wie bei jenem. Auch hier erfolgte eine Nachbestellung mit Spörgel. Die Ernteergebnisse dieser sind in der Tabelle 16 eingetragen, aber aus den im vorhergehenden Versuche erwähnten Gründen nicht berücksichtigt.

Aus den in der Tabelle 16 zusammengestellten Erntewerten sind wieder die Mittelwerte und ihre Schwankungen berechnet, ebenso die Differenzen gegen »Ungedüngt«. Die erhaltenen Zahlen sind in der Tabelle 17 zusammengestellt.

Die Erntetabelle 17 ergibt ein dem vorigen Versuche analoges Bild. Unter dem Einfluß der $CaCO_3$-Düngung steigt die Trockensubstanz erheblich und erreicht die Maximalwerte in den Versuchen 3, 6, 7 und 8. Mangel an K_2O bewirkte im Versuch eine geringe jedoch unsichere Erniedrigung, während Mangel an N eine stärkere, absolut sichere Verminderung der Ernte hervorruft.

Auch im Kornertrage ergibt sich ein dem vorigen Versuche ähnliches Bild. Die Erträge werden durch die Kalkung und Volldüngung erheblich gesteigert. Mangel an K, P, Mg und Ca bringen keine erheblichen Erniedrigungen, dagegen geht die Kornzahl bei N-Mangel herab. Die in diesem Versuch erhaltenen Zahlen weichen von denen des vorigen Versuches etwas dadurch ab, daß Mangel an K und Ca sich kaum bemerkbar macht, während er im andern Versuch deutlich in Erscheinung trat, im Gegenteil brachten diese beiden Düngungen hier die Höchsterträge.

Die Zusammensetzung der geernteten Trockensubstanz und die Menge an aufgenommenen Nährstoffen zeigt die Tabelle 18.

Eine eingehende Besprechung derselben erübrigt sich, da die Ergebnisse die gleichen sind wie auf dem Weckenborger Boden. Dies ist bei der großen Ähnlichkeit der Böden nicht überraschend.

Fassen wir die Ergebnisse des Düngungsversuches kurz zusammen, so ergibt sich das folgende.

Durch eine Kalkung des Bodens wird der Ertrag an Hafer gesteigert. Die Kalkwirkung kann 2 Ursachen haben; einmal wird der Säuregrad des Bodens zurückgedrängt und dann werden eine Reihe wichtiger Nährstoffe, in erster Linie N, löslich gemacht, wie bereits der Auswaschversuch ergeben hatte und auch die Pflanzenanalyse durch ihre höheren Zahlen dargetan hat. Ich möchte die Wirkung beiden Ursachen, Entsäuerung und Löslichmachen von N, gemeinsam zuschieben. Die Tatsache, daß die Ernte der Volldüngung minus $CaCO_3$ nicht mehr abfällt, spricht nicht gegen neutralisierende $CaCO_3$-Wirkung, da die fälschlicherweise gegebene MgO bereits einen Teil der Neutralisation übernommen hat.

Von den andern Nährstoffen macht sich in erster Linie der Mangel an N fühlbar. K_2O-Mangel zeigt sich nur schwach, und keine Wirkung zeigt das Fehlen von MgO und P_2O_5. Die im Boden vorhandenen Mengen scheinen für die Pflanzenernährung genügt zu haben.

Der Einfluß der Bodensäure auf die Entwicklung von Hafer und Gerste.

Wie die in einem späteren Kapitel gegebenen Versuche und Zahlen zeigen, gehört der Eschboden zu denjenigen Böden, die beim Zusammenkommen mit wäßrigen Neutralsalzlösungen durch

Ionenaustausch saure Reaktion annehmen. Demzufolge muß sich durch die Düngung eine Erhöhung der Säurekonzentration einstellen, sobald durch Wasserzutritt die in der Düngung gegebenen Salze gelöst werden. Die hierbei auftretende Säure kann zu Pflanzenschädigung führen und die so erhoffte Düngewirkung erheblich einschränken.

Als Bodenmaterial diente ein Gemisch der Eschböden, die in den vorhergehenden Versuchen benutzt wurden. 9 kg Boden mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 10,30 % wurden nach guter Mischung mit den in der folgenden Tabelle Nr. 19 angegebenen Düngung in kleine Zinkvegetationsgefäße gefüllt und auf 70 % ihrer absoluten Wasserkapazität gebracht. Nachdem die Töpfe etwa 8 Tage gestanden hatten, und eine vollständige Umsetzung im Boden angenommen werden konnte, wurden aus jedem Topfe mit einem Erdbohrer eine gute Durchschnittsprobe von 250 g entnommen, in der die H'-Konzentration nach der später mitzuteilenden Methode bestimmt wurde.

Die eingeebneten Töpfe wurden am 1. Mai mit 15 Korn „Göttinger Hafer" bestellt, die Saat lief gleichmäßig am 9. Mai auf. Da am 31. Mai an einzelnen Pflanzen Fritfliegenbefall festzustellen war, wurden die kranken Pflanzen entfernt und die Gefäße auf 10 Pflanzen vereinzelt. Am 3. Juli traten die Rispen heraus und am 6. Juli begann die Blüte. Wegen Befall von Mehltau wurden die Gefäße am 13. Juli abgeerntet.

Nachdem der Hafer geerntet war, wurden die Töpfe umgestochen und am 14. Juli mit Gerste bestellt, die am 19. Juli aufzulaufen begann. Hier zeigt sich sofort ein Unterschied im Aussehen der verschiedenen Pflanzen. Sämtliche mit $CaCO_3$ gedüngten Pflanzen waren etwas besser. Infolge Mehltaubefalls erfolgte am 27. September die Ernte vor dem beabsichtigten Zeitpunkt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 20 zusammengestellt.

Bei der Auswahl der Dünger waren verschiedene Gesichtspunkte maßgebend. Einmal wurde die im Emsland vorwiegend benutzte Düngung mit Ammonsulfat, Kainit und Thomasmehl im Verein mit einer Kalkung angewandt. Da der CaO-Gehalt im Thomasmehl neutralisierend wirken konnte, wurde in einer zweiten Düngungsreihe das Thomasmehl durch die reinen Kalziumphosphate ersetzt, primäres, sekundäres und tertiäres Phosphat mit und ohne $CaCO_3$.

In den Gefäßen 13—15 sollte durch die Gipsdüngung eine genügende Kalkmenge der Pflanze zur Verfügung gestellt werden und deren Einfluß auf die Änderung der H'-Konzentration des Bodens gezeigt werden.

Die Ergebnisse des Versuches lassen sich wie folgt kurz zusammenfassen: Vgl. Tabelle 20.

Der Boden zeigt schwach saure Reaktion, die durch eine Düngung mit Neutralsalzen erhöht und durch gleichzeitige Kalkung bis zum Neutralpunkt erniedrigt wird.

Durch die Kalkgabe sinkt auf Topf 2 die H'-Konzentration gegenüber dem ungedüngten Gefäß von rund $5 \cdot 10^{-5}$ auf $1{,}2 \cdot 10^{-6}$.

Im Topf 3 steigt sie durch die Düngung mit KCl, $(NH_4)_2SO_4$ und $Ca_3(PO_4)_2$ um eine 10er Potenz; die im Gefäß 4 gegebene Kalkung drückte sie stark herab, nahezu bis zum Neutralpunkt. Die Düngung mit Kainit, Ammonsulfat und Phosphat bewirkt gleichfalls eine starke Erhöhung der H'-Konzentration. Unterschiede in der Wirkung der einzelnen Phosphate lassen sich nicht beobachten; gleichzeitige Kalkgabe senkt die H'-Konzentration erheblich. Ersatz der reinen Phosphate durch Thomasmehl in der gleichen Düngung, Topf 11, bewirkt infolge des CaO-Gehaltes desselben eine geringere Erhöhung der H'-Konzentration, die durch Kalkung, Topf 12, noch weiter zurückgedrängt wird.

Eine Düngung mit $CaSO_4$ sowohl ohne wie mit gleichzeitiger Volldüngung liefert hohe Werte für die H'-Konzentration im Boden, die aber durch gleichzeitige Kalkung sich dem Neutralpunkt nähern.

Auf die Haferernte hat die Änderung der H'-Konzentration keinen großen Einfluß. Die sich ergebenden Unterschiede liegen innerhalb der Fehlergrenzen, die infolge der Verwendung von nur 2 Parallelgefäßen ziemlich groß sind. Nur die Erträge der Gefäße 1, 2 und 13 sind infolge des Fehlens der Volldüngung und des dadurch bedingten Nährstoffmangels geringer. Durch die Düngung mit $CaCO_3$ im Topf 2 ist ein Aufschluß an Nährstoffen, in erster Linie von N eingetreten und dadurch ein höherer Ertrag erzielt. Die Gipsdüngung hat gegenüber ungedüngt eine geringe Ertragsverminderung gebracht, die aber innerhalb der Fehlergrenze liegt.

Der Ausfall dieses Versuches durfte nicht sehr überraschen. Hafer ist eine Pflanze, die allgemein als sehr unempfindlich

gegen Bodensäuren gilt, und darum zeigt die durch die Düngung bewirkte Änderung der Bodenreaktion ihren Einfluß auf den Ertrag nicht in sinnfälliger Weise.

Durch Anbau einer gegen Säure sehr empfindlichen Pflanzenart war eine stärkere Differenzierung in der Ernte zu erhoffen. Als sehr säureempfindlich gilt Gerste. Aus diesem Grunde wurden die Gefäße sofort nach der Haferernte mit Gerste bestellt, um den Einfluß der Bodenreaktion auf diese zu ermitteln. Die Gerste ließ auch die Verschiedenheit in der Bodenreaktion durch starke Unterschiede in den Ernten der verschieden gedüngten Gefäße beobachten. Ich betone, daß dieser Versuch nur als Vorversuch angesehen werden kann, weil wir über die durch die Haferkultur entzogenen Nährstoffe und bewirkten Änderungen der Bodenreaktion kein genaues Bild haben, und hierdurch der Wert des Versuches stark eingeschränkt wird. Immerhin sind die erhaltenen Resultate so interessant, daß sich ihre Besprechung lohnt.

Topf 2 zeigt analog dem Hafer eine Ertragssteigerung, die sowohl auf Abstumpfung der Azidität wie auf erhöhte N-Löslichkeit zurückzuführen ist. Auf Grund der sich im folgenden ergebenden Tatsachen bin ich geneigt, in der Verminderung der Azidität die Hauptursache für die Ertragssteigerung zu erblicken. Die Zunahme der Ernte der Gerste ist prozentuell erheblich höher als beim Hafer.

Auf sämtlichen mit Volldüngung versehenen Gefäßen sinkt infolge Steigerung der Bodenazidität der Ertrag sehr stark, wird aber durch Zugabe von $CaCO_3$ bis auf das zehnfache gesteigert. (Vergleiche Topf 3 und 4.) Auf den Töpfen 5, 6 und 7 die mit primärem, sekundärem und tertiärem Kalziumphosphat gedüngt sind, erzielen wir einen steigenden Ertrag mit der Zunahme der Basizität des Phosphates, so daß der Ertrag auf Topf 7 mit tertiärem Phosphat beinahe das doppelte von Topf 5 mit primärem Phosphat bringt. Geben wir gleichzeitig Kalk, so steigt der Ertrag auf nahezu das Zehnfache, Topf 8/5, jedoch erhalten wir in den Ernten eine absteigende Reihe mit der Zunahme der Basizität des Kalziumphosphates.

Auf Topf 11, der in der Volldüngung das alkalische ($CaCO_3$-haltige) Thomasmehl enthält, macht sich die Schädigung durch die Volldüngung nicht so geltend. Der Ertrag ist etwas höher

als auf Topf 1, jedoch niedriger als auf Topf 2. Geben wir hierzu $CaCO_3$ (Topf 12), so erreichen wir den Höchstertrag, der mit den mit Volldüngung und $CaCO_3$ versehenen andern Töpfen in einer Linie liegt.

Die Düngung mit Gips auf Topf 13 bedingt eine geringe Senkung des Ertrages gegenüber Topf 1. Geben wir zur Gipsdüngung eine Volldüngung, so sinkt der Ertrag wieder stark, während durch $CaCO_3$-Zufuhr der Ertrag zum Maximum steigt.

Als Grund für die starken Unterschiede in den Ernten der einzelnen Töpf kommt meines Erachtens nur die Bodenazidität in Frage. Ein Vergleich der Ernten mit der H'-Konzentration des entsprechenden Bodens zeigt den engen Zusammenhang. Normale Ernten sind nur dann zu erhalten, wenn die durch die Düngung mit Neutralsalzen erzeugte Azidität durch gleichzeitige Kalkung mehr oder weniger aufgehoben wird. Der CaO-Gehalt des Thomasmehls genügt für die Neutralisation der auftretenden Säuren nicht.

Da dieser Vorversuch die Empfindlichkeit der Gerste für die durch die Düngung bewirkten Unterschiede in der Bodenazidität zeigte, wurde 1921 ein weiterer Versuch mit Gerste und einem Boden aus der Umgebung von Meppen durchgeführt. Es sollte diesmal in erster Linie der Erfolg einer steigenden Kalkung in physiologisch saurer und alkalischer Lösung geprüft werden und gleichzeitig der Nachteil des Kainits gegenüber dem reinen KCl gezeigt werden. Aus diesem Grunde wurde dem Versuch der Düngungsplan der Tabelle 21 zugrunde gelegt.

Der Versuch wurde mit 9,0 kg Boden durchgeführt, die Wasserkapazität des Bodens war zu 39% des Bodengewichts bestimmt und wurde während des Versuches auf 60% der absoluten Wasserkapazität gehalten.

Die Füllung der Töpfe erfolgte am 22. April, die Aussaat der Gerste am 25. April, das Auflaufen, das ganz gleichmäßig erfolgte, war am 30. April beendet. Die sonstige Entwicklung der Pflanzen erfolgte ganz normal. Die erste merkliche Differenzierung der einzelnen Töpfe zeigte sich am 15. Mai. Die Gefäße 1, 3 und 10 beginnen merklich zurückzubleiben, sonst gleichmäßige Entwicklung und keine Unterschiede zu beobachten. Am 13. Juni beginnen die Pflanzen auf allen Gefäßen ziemlich gleichmäßig zu schossen. Gleichzeitig tritt der in Göttingen nie fehlende Mehltau

auf allen Pflanzen auf und zwingt am 22. Juni zur Ernte. Die Erntegewichte und die zu Beginn der Ernte im Boden qualitativ beobachtete Reaktion sind in der Tabelle 22 zusammengestellt. Da die Apparatur zur exakten Messung der H'-Konzentration nicht mehr zur Verfügung stand, konnte die Azidität der verschiedenen Töpfe nur annähernd festgestellt werden, und zwar bediente ich mich des Methylrots als Indikator, welches schon häufiger zu derartigen Versuchen herangezogen wurde. Ich verfuhr in der Weise, daß 25 g Boden mit 100 ccm H_2O $^1/_2$h ausgeschüttelt und zu 25 ccm des Filtrates 2 Tropfen vom Indikator gesetzt wurden. Aus der auftretenden Färbung wurde auf die Azidität geschlossen.

Die Tabelle 22 zeigt nun, daß der ungedüngte, schwach saure Topf 1 nur einen Ertrag von 2,8 g Trockensubstanz erzeugt. Durch die Kalkung auf Topf 2 wird die Bodenreaktion neutral bis schwach alkalisch und der Ertrag wird mehr als verdreifacht. Dies ist zum Teil auf die Reaktionsänderungen zurückzuführen, es ist jedoch nicht zu vergessen, daß auch noch ein anderer Faktor hierfür in Frage kommt. Wie die vorhergehenden Vegetations- und Auswaschversuche zeigten, wird durch die Kalkung ein Teil des organisch gebundenen Bodenstickstoffs löslich gemacht und für die Pflanze assimilierbar. Da die Vegetationsversuche dartun, daß der Eschboden für eine N-Düngung sehr dankbar ist, so muß ein Teil der CaO-Wirkung unbedingt dem löslich gewordenen N zugeschrieben werden. Betrachten wir jetzt die Töpfe mit der „sauren" Volldüngung, so ergibt sich, daß durch die Düngung auf Topf 3 eine Zunahme der Azidität eingetreten ist, trotzdem ist infolge der guten Ernährung der Erfolg gegenüber ungedüngt verdoppelt. Durch die Kalkung wird die Azidität herabgedrückt und der Ertrag steigt mit zunehmender $CaCO_3$-Gabe.

Ein ganz ähnliches Bild liefert die Reihe mit der „alkalischen Düngung". Durch die alleinige Düngung mit KCl, $NaNO_3$ und $CaHPO_4$ ist im Boden eine verhältnismäßig stark saure Reaktion aufgetreten, die durch steigende $CaCO_3$-Düngung bis zum Neutralpunkt herabgedrückt wird. Gleichzeitig steigt mit ihr die Erntemenge, und bei gleicher $CaCO_3$-Gabe zeigen beide Düngungsreihen nahezu gleiche Erntezahlen. (Topf 5 u. 8, 6 u. 9.) Einen merklichen Unterschied zeigen die Töpfe 3 und 8, die die gleiche

Menge wirksamen Düngers enthalten und nahezu gleich stark saure Reaktion zeigen. Topf 8 ergibt mehr als die doppelte Menge als Topf 3. Dies ist zurückzuführen auf die geringere Schädigung der Pflanzen durch HNO_3 bei gleicher H'-Konzentration, wie die Arbeiten von I. Onodora[1]) zeigen.

Den geringsten Ertrag von allen Volldüngungen zeigt Topf 10, in dem durch den Kainit, in dem die hohe Salzgabe gegeben wurde, um die äquivalente Menge K_2O zu erhalten, eine sehr stark saure Bodenreaktion entstand. Durch eine Kalkung erhalten wir die gleichen Erträge wie in den beiden andern Reihen (Töpfe 6 u. 9), ein Zeichen, daß der Minderertrag nicht auf eine Salzschädigung, sondern auf Säurewirkung zurückzuführen ist.

Zur Ergänzung der vorhergehenden Versuche wurde noch ein Keimversuch mit Weizen angesetzt, der ebenfalls die Wirkung einer Düngung auf Eschboden dartun sollte.

In flachen Porzellanschalen von 20 cm Durchmesser wurden 500 g Boden mit dem in der Tabelle 23 angegebenen Dünger gemischt und mit soviel H_2O versetzt, daß der Boden 60% seiner absoluten Wasserkapazität enthielt. Auf dies so verbreitete Saatbett wurden am 12. Mai 1922 100 Weizenkörner ausgelegt und zur Keimung und ersten Entwicklung gebracht. Als Saatgut dient „Göttinger begrannter Squarehead", von dem völlig gesund aussehende Körner ausgelesen wurden.

Eine deutliche Differenzierung auf den verschiedenen Schalen macht sich bereits bei der Keimung bemerkbar, wie die Zahlen der Tabelle 22 dartun.

Der Versuch ergab ein dem vorigen Vegetationsversuch mit Gerste ähnliches Bild. Schale 2 zeigt eine deutlich bessere Entwicklung durch die neutralisierende Wirkung des $CaCO_3$ gegenüber der nicht gekalkten Schale 1. Eine Düngung mit $NaNO_3$ bezw. mit $(NH_4)_2SO_4$ bewirkt keine bessere Entwicklung als auf „ungedüngt" vorhanden ist. Tritt zu dieser Düngung jedoch eine Kalkung, so entwickelt sich der Weizen erheblich besser und steht ebenso gut, ja noch etwas üppiger als auf der nur mit $CaCO_3$ versetzten Schale.

---

[1]) Lemmermann u. Fresenius, Zeitschr. für Pflanzenernährung u. Düngung. Bd. 1, 11—32, 1922.

Es ergibt sich auch aus diesem Versuch wieder mit aller Deutlichkeit, daß durch eine Düngung mit Mineralsalzen eine „Versäuerung" des Eschbodens eintritt, die eine Schädigung der Vegetation bewirkt und durch eine entsprechende Kalkung beseitigt werden muß, wenn man zu Höchsternten gelangen will.

Eine ganz ähnliche Beobachtung machten LEMMERMANN und FRESENIUS[1]) bei Untersuchungen humoser Sandböden aus der Gegend von Potsdam.

Die Säurenatur der Eschböden.

In den letzten Jahren sind durch eine große Anzahl von Arbeiten unsere Kenntnisse über die sauren Bodeneigenschaften und deren Ursachen ganz erheblich vertieft und erweitert worden, besonders KAPPEN[2]), VEITH[3]), DAIKUHARA[4]), KÖNIG u. HASENBÄUMER[5]), LEMMERMANN u. FRESENIUS[6]) und andere mehr haben vorbildlich gewirkt. In erster Linie ist es Kappen zu verdanken, durch systematische Untersuchungen saurer Mineralböden die eigentlichen Ursachen der sauren Bodenreaktion erkannt zu haben. Auf Grund seiner Untersuchungen unterscheidet er drei Formen der Azidität.

1. Die aktive Azidität. Sie wird bedingt durch die Gegenwart freier Säuren bezw. saurer Salze im Boden und ist dadurch gekennzeichnet, daß beim Schütteln des Bodens mit H_2O dieses mehr oder weniger stark saure Reaktion annimmt.
2. Die Austauschazidität. Sie tritt beim Behandeln der Böden mit echten Neutralsalzen in Erscheinung und beruht in erster Linie auf einem Austausch der Base des Neutralsalzes gegen Al und Fe des Bodens unter Bildung der sauer reagierenden entsprechenden Salze. Charakteristisch für sie ist die Äquivalenz zwischen der Menge der titrierbaren Säure und dem Gehalt an Fe bezw. Al in der Lösung.

---

[1]) LEMMERMANN und FRESENIUS, Zeitschr. f. Pflanzenernährung und Düngung. Bd. 1, 11—32, 1922.

[2]) KAPPEN, Landw. Versuchs-Station 88, 13—104, 1916; 90, 324—374, 1917; 96, 277—307, 1920; 89, 39, 1917; 91, 1, 1918.

[3]) Journ. of the Americ. Chem. Soc. 1904, 607.

[4]) Bull. of the Imp. Centr. Agric. Exp. Stat. Japan 1914. Vol. 2, Nr. 1.

[5]) Landw. Jahrb. 55, 185, 1920.

[6]) Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düngung. Bd. 1, 12—32, 1922.

3. Die hydrolytische Azidität. Diese Form tritt beim Behandeln des Bodens mit Salzen starker Basen und schwacher Säuren, in erster Linie organischer, die stark hydrolytisch gespalten sind, in Erscheinung. Sie dürfte in erster Linie eine Adsorptionserscheinung sein, indem der Boden bis zum Gleichgewicht die Base der Salzlösung adsorbiert unter Abspaltung der äquivalenten Säuremenge, die titrimetrisch ermittelt wird.

Ein tieferes Eingehen auf die ganze Frage der Bodensäure dürfte sich an dieser Stelle erübrigen. Uns interessiert sie nur, insoweit sie auf die Verhältnisse des Eschbodens in Frage kommt.

Sämtliche drei Formen der Azidität können im Eschboden auftreten, und treten auch auf, wie die folgenden Seiten zeigen werden.

Die aktive oder aktuelle Azidität.

Die H' dieser Aziditätsform entstammen wohl in erster Linie dem Humus, denn die heiß umstrittene Frage, ob die Säurereaktion gewisser stark humoser Böden von wirklichen Humussäuren oder von sauren Humuskolloiden herrührt, ist durch die Arbeiten von Sven Oden[1]) und Ehrenberg und Bahr[2]) wohl in ersterem Sinne entschieden. Nebenher können noch geringe Mengen leicht löslicher organischer Säuren im Humus auftreten.

Neben der durch Humus bewirkten Azidität kann natürlich auch eine solche durch saure Salze und freie Mineralsäuren im Eschboden hinzutreten. Wie die ausgeführten Analysen zeigen, ist der Boden sehr arm an basischen Bestandteilen. Durch die Verwitterung und die dauernde Vegetation, die beide dem Boden weit mehr Basen als Säuren entzogen haben, können sich stark saure, schwer lösliche Silikate bezw. wasserhaltige Polykieselsäuren gebildet haben, die einen geringen Teil freier H' bei ihrer partiellen Lösung und Dissoziation dem Boden mitteilen.

Zur Bestimmung dieser aktiven Azidität dient die Ermittlung der H'-Konzentration nach dem Gaskettenverfahren nach den Methoden die von Kappen[3]) und Leonar Michaelis[4]) ausgearbeitet sind.

---

[1]) Sven Oden, Kolloid.-Zeitschrift 1914. Bd. 14, S. 123. — Die Huminsäuren, Kolloidchem. Beihefte 1919. Bd. 9.

[2]) Ehrenberg und Bahr, Journ. für Landw. 1913. Bd. 61, S. 427.

[3]) Kappen, Landw. Versuchs-Station. loc. cit.

[4]) Leonar Michaelis, Die Wasserstoffionenkonzentration. Berlin, Verlag Springer, 1914.

Bei der Prüfung der Eschböden auf diese aktuelle Azidität ergab sich nun ganz allgemein ihre Gegenwart. Die Wasserauszüge des Bodens reagierten alle schwach sauer und zeigten Wasserstoffionenkonzentration von 1.10^{-4} bis zu 1.10^{-6}. Bald erwies sich die Ackerkrume, bald der Untergrund etwas saurer.

Die Austauschazidität.

Viel bedeutungsvoller für den Eschboden ist jedoch die Austauschazidität, die durch Ausschütteln von 100 g Boden mit 200 ccm H_2O (Schütteldauer 1 h) und Titration von 100 ccm des Filtrates ermittelt wurde. Wie die in der Tabelle 24 zusammengestellten Zahlen zeigen, tritt diese Form der Azidität im Eschboden in ziemlich starkem Maße auf. Ganz analog den Beobachtungen KAPPENS entstand beim Neutralpunkt stets eine mehr oder weniger starke Ausflockung von $Al(OH)_3$ bezw. $Fe(OH)_3$, ein Zeichen, daß sie in erster Linie durch gelöste und dissoziierte Al_2O_3- bezw. Fe_2O_3-Salze gebildet wird. Hierzu tritt wohl in den meisten Fällen etwas freie HCl, die durch Adsorption der Base des Neutralsalzes an die kolloiden Humusstoffe und Mineralstoffe (saure Silikate) des Bodens entstanden ist; denn bei besonders hohem Humusgehalt tritt auch eine höhere Austauschazidität auf. Im allgemeinen besteht jedoch keine engere Beziehung zwischen Azidität und Humusgehalt.

Vergleicht man die bei demselben Boden für Ackerkrume und Untergrund erhaltenen Zahlen, so zeigt sich keine durchgehende Regelmäßigkeit. Teilweise sind die für die Ackerkrume gefundenen Werte, teilweise die für den Untergrund gefundenen Zahlen die höheren, jedoch pflegt in der Mehrzahl der Fälle der Untergrund etwas saurer zu sein.

Die hydrolytische Azidität.

Die hydrolytische Azidität wurde durch Titration von 100 ccm einer Ausschüttelung von 100 g Boden mit 200 ccm n/1 Kalziumazetatlösung ermittelt. Wie die Tabelle 24 zeigt, treten hierbei ganz erhebliche Säuremengen im Boden auf. Ihre Höhe steht im allgemeinen in einer direkten Beziehung zum Kohlenstoffgehalt der Böden, ein Zeichen, daß sie in erster Linie durch Adsorptionswirkung durch Humusstoffe bewirkt wird. Die im Eschboden

reichlich vorhandenen Humusstoffe, die infolge der Kalkarmut des Bodens wohl meistens als schwer lösliche saure Humusstoffe vorliegen, treten bis zum Gleichgewicht in Reaktion mit dem Ca-Azetat unter teils chemischer teils absorbtiver Bildung von Ca-Humaten und Abspaltung einer äquivalenten Menge an Essigsäure, die titrimetrisch ermittelt wird.

Gehen wir nun zur pflanzenphysiologischen Bedeutung der verschiedenen Aziditätsformen über, so ergibt sich das folgende, was auch durch die Vegetationsversuche genügend erhärtet wird.

Die im Boden vorhandene geringe Azidität genügt bereits, um geringe Schädigungen der Kulturpflanzen zu erzeugen. Ihre Wirkung läßt sich durch eine Kalkung beseitigen.

Das gleiche gilt in noch stärkerem Maße durch die Austauschazidität. Bei der Düngung mit künstlichen Düngern muß sie ganz analog der Behandlung mit KCl in wechselnder Stärke in Erscheinung treten. Ob die hierbei auftretenden Säuremengen allein genügen, um die Schädigungen zu bewirken, bleibt eine offene Frage. Nach der Ansicht von Stoklasa wirken Aluminiumsalze in geringer Konzentration pflanzenschädlich, und da in dem Ca-armen Eschboden beim Behandeln KCl-Lösungen stets Al_2O_3 in Lösung geht, so muß diesen stets eine schädigende Wirkung zufallen. Wie die Auswaschversuche zeigen, gehen merkliche Mengen Al_2O_3 bei der Düngung des Bodens in Lösung und könnten schädigend wirken. Durch eine Kalkung würde neben einer Neutralisation der auftretenden Säure gleichzeitig eine Ausfällung der Sesquioxyde eintreten.

Die hydrolytische Azidität endlich dürfte trotz ihrer absoluten Größe kaum irgendwie merklich pflanzenschädlich wirken, da die Möglichkeit ihres Auftretens im Boden kaum gegeben ist.

Am Ende meiner Ausführungen ergibt sich die vom praktischen Standpunkt wichtige Frage: Wie ist der Ertrag der Eschböden durch eine rationelle Düngung zu steigern? Eine Frage, die sich auf Grund der vorliegenden Untersuchungen und Vegetationsversuche voll und ganz beantworten läßt; ob aber die sich ergebenden Ratschläge in der großen Praxis die erhofften Wirkungen zeigen werden, kann erst die Zukunft lehren. Vor allem, ob die durch die entsprechende Düngung erzielten Mehrerträge auch voll und ganz die aufgewandten Kosten decken. Wie die Vegetations-

versuche dartun, erweist sich der Boden in erster Linie dankbar für eine Kalkung und Stickstoffdüngung, während Kali in geringerem Maße und Phosphorsäure kaum gewirkt hat.

Es dürfte sich also für die Praxis empfehlen, dem Boden in erster Linie eine mäßige Kalkung zu geben, um die in ihm vorhandenen Säuren zu neutralisieren bezw. weitgehend zurückzudrängen. Gleichzeitig wird durch die Kalkung ein Teil des im Boden reichlich vorhandenen Stickstoffs in eine Form überführt, die von den Pflanzen leicht aufnehmbar ist.

Da die durch die Kalkung frei gewordenen Stickstoffmengen aber bei weitem nicht genügen um Höchsternten zu erzielen, ist eine Stickstoffdüngung zu empfehlen. Es fragt sich nun, welche Stickstoffdüngung am zweckmäßigsten ist, und da zeigen die Auswaschversuche, daß dies das Ammonsulfat ist. Es wird am besten im Boden adsorbtiv festgelegt und wird trotzdem so wie der Salpeterstickstoff von der Pflanze ausgenutzt. Von der Verwendung von Nitraten ist abzuraten, da diese sehr schnell und quantitativ aus der Ackerkrume durch Regen ausgewaschen werden und aus diesem Grunde bei feuchtem Wetter zum größten Teil für die Pflanzenernährung verloren gehen dürften.

Von Kalidüngern kommt in erster Linie das hochprozentige Chlorkali in Frage, da bei ihm die geringsten Verluste an K_2O durch Auswaschung zu beobachten sind. Von einer Verwendung des Kainits dürfte aus mehreren Gründen abzusehen sein. Infolge der hohen Düngermengen die zugeführt werden müssen, um eine genügende Kaliwirkung zu erreichen, werden die Absorptionsverhältnisse des Bodens ungünstig beeinflußt; gleichzeitig tritt durch die erhöhte Salzzufuhr eine stärkere Erhöhung der Bodenazidität auf.

Phosphorsäuredüngung, die nach den Vegetationsversuchen nur in bescheidenem Maße erforderlich ist, wird zweckmäßig im Thomasmehl zu geben sein, das gleichzeitig auch den Vorteil hat, durch seine basische Natur die Wirkung einer Kalkung zu steigern. Von einer Anwendung des teureren Superphosphates dürfte ganz abzusehen sein, da der Boden die Fähigkeit besitzt, selbst fein gemahlene Rohphosphate in genügender Weise aufzuschließen. Sollten sie erhältlich sein, so dürften sich diese, besonders die lehmigen Lahnphosphate, als Phosphorsäuredünger genügend wirksam zeigen, wie die Arbeiten von Tacke zeigen.

Wie in dem Kapitel über die Säurenatur des Eschbodens gezeigt wurde, tritt durch Zufügen von Neutralsalzen zum Boden eine erhebliche Austauschazidität im Boden auf, die naturgemäß auch bei der Düngung im Boden auftreten muß. Ihr Erscheinen und ihre schädliche Wirkung wurde durch entsprechende Vegetationsversuche dargetan. Um diese Schädigung auszuschalten, wird es sich empfehlen, zu jeder künstlichen Düngung auch soviel Kalk zu geben, daß die aus den Düngesalzen frei gemachten Säuremengen gänzlich neutralisiert werden. Durch Rechnung läßt sich leicht ermitteln, daß auf 1 Ztr. Ammonsulfat 0,42 Ztr. CaO und auf 1 Ztr. Kali (50 prozent. KCl) 0,38 Ztr. CaO zu geben sind und zwar als einer der üblichen Kalkdünger.

Bei einer gleichzeitigen Düngung durch Rohphosphate muß selbstverständlich die Kalkung stark eingeschränkt werden bezw. ganz unterbleiben, da das CaO der Rohphosphate die neutralisierende Wirkung übernehmen muß, um genügend löslich zu werden.

Als Anhaltspunkte für die zu verwendenden Düngermengen können die folgenden Angaben gelten, die in Kilogramm pro Hektar berechnet sind. Zu erwähnen bleibt jedoch, daß sie in erster Linie für die im Vegetationsversuch geprüften beiden Eschböden gelten. Bei der Ähnlichkeit sämtlicher untersuchter Proben dürfte ihnen auch allgemeinere Geltung zuzusprechen sein.

1. Eine einmalige Kalkung in der Höhe von 1500—2000 kg CaO, und zwar entweder als Ätzkalk (Staub oder Stückenkalk) oder 3000 kg gemahlener Kalk oder 3000 kg guten, erdigen Mergels.
2. Eine jährliche Stickstoffgabe von 30—40 kg N entsprechend 150—200 kg Ammonsulfat, je nach den Früchten.
3. Eine Kalidüngung von 150—250 kg 50 prozent. Salz.
4. Phosphorsäure, etwa 100 kg Thomasmehl.
5. Hierzu tritt dann in den folgenden Jahren eine der jeweils gegebenen- Kali und Stickstoffdüngung entsprechende Kalkmenge.

Die jährliche Kalkung muß natürlich einige Tage vor der Gabe der anderen Dünger erfolgen, um unliebsame Umsetzungen zu vermeiden.

Mit dieser Düngung Hand in Hand gehen muß dann eine entsprechende Bodenbearbeitung, bei der es vermieden werden muß, den Boden zu stark zu pulvern. Vor allem dürfte sich ein gutes Walzen empfehlen, um dem Boden etwas seine große Lockerheit zu nehmen.

Die vorgeschlagenen Kulturmaßnahmen dürften eine erhebliche Steigerung der Ernte erwarten lassen.

Zusammenfassung.

Das Resultat der vorliegenden Untersuchungen läßt sich kurz in die folgenden Worte kleiden:

„Der Eschboden ist ein stark humoser Sandboden, der verhältnismäßig arm an den wichtigsten Pflanzennährstoffen ist. Der Boden zeigt ein gutes Absorptionsvermögen für Stickstoff in der Form von Ammoniak, Kali als hochprozentiges KCl und Phosphorsäure. Höchsternten lassen sich nur dann erzielen, wenn mit einer gleichzeitigen Kali- und Stickstoffdüngung eine Kalkung Hand in Hand geht. Für Phosphorsäure zeigte sich der Boden weniger dankbar.

Der Boden zeigt saure Eigenschaften und besitzt die Fähigkeit, Neutralsalze zu zersetzen. Die dadurch entstehende Säurezunahme geht so weit, daß durch eine Volldüngung ohne entsprechende Kalkung eine pflanzenschädlich wirkende Säurekonzentration im Boden entsteht.

Für die praktische Düngung wird vorgeschlagen, dem Boden zunächst durch eine Kalkung einen Teil seiner sauren Reaktion zu nehmen und jährlich eine Volldüngung mit N, K und wenig P_2O_5 zu geben. Neben der Volldüngung muß jährlich eine schwache Kalkung erfolgen, deren Höhe sich nach der Menge der angewandten Kunstdünger richtet.

Am Ende meiner Arbeit möchte ich nicht verfehlen, Herrn Geheimrat v. SEELHORST für die gegebene Anregung und tatkräftige Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Tabelle 1.

Nr.	Bodenprobe	Fruchtfolge	Düngung pro $^1/_4$ ha	Letzte Frucht	Ernte $^1/_4$ ha Ztr.	Höhe des Esch. cm	Untergrund	Grundwasser m	Prozentischer N-Gehalt	
									Ackerkrume	Untergrund
1	Lücken, Wesuwe	ewiger Roggenbau, höchstens alle 10 Jahre Kartoffeln und Lupinen	Stallmist	Roggen	5—6	100	gelber Sand	4	0,219 0,223	0,207 0,208
2	Lüssing, Raken	ewiger Roggenbau, hin u. wieder Wechsel mit Kartoffeln oder Lupinen	2—3 Ztr. Thomasmehl 5 Ztr. Kainit	„	5—6	70—75	gelber Sand	6	0,196 0,200	0,090 0,091
3	Albers, Bokeloh	Wechsel von Roggen, Kartoffeln und Hafer	Stallmist und etwas Kunstdünger	„	5	70	gelber Sand	6	0,176 0,173	0,216 0,213
4	Book, Emmeln	ewiger Roggenbau, selten Wechsel mit Hafer, Kartoffeln und Buchweizen	Stalldünger	„	5	80	gelber Sand, tiefer etwas Mergel	3—4	0,250 0,248	0,155 0,149
5	Bruns, Apeldorn	ewiger Roggenbau, alle 7—8 Jahre Kartoffeln	2—3 Ztr. Thomasmehl 5—6 Ztr. Kainit	„	6	60—70	gelber Sand, stellenweise Lehm	4	0,183 0,184	0,104 0,103
6	Klas, Hemsen	ewiger Roggenbau, alle 7 Jahre Kartoffeln	2—3 Ztr. Thomasmehl 5 Ztr. Kainit	„	6—7	80	Lehm	—	0,170 0,177	0,108 0,105
7	Boven, Rütenbrook	Roggen, im Wechsel mit Kartoffeln	Stalldünger	„	5	90	gelber Sand	2	0,417 0,415	0,322 0,325
8	Osters, Schwefingen	ewiger Roggenbau	2,5 Ztr. Thomasmehl 4 Ztr. Kainit, $^1/_2$ Ztr. Ammoniak	„	5—6	60—75	gelber Sand	3—4	0,193 0,194	0,142 0,141
9	Robber, Helte	ewiger Roggenbau	Stallmist	„	5—6	100	gelber Sand	3	0,283 0,280	0,169 0,170
10	Haacke, Altenberge	Roggen, Wechsel m. Kartoffel, Hafer od. Buchw.	Stallmist	„	5—6	30	gelber Sand	—	0,360 0,356	0,221 0,220

Noch Tabelle 1.

Nr.	Bodenprobe	Fruchtfolge	Düngung pro 1/4 ha	Letzte Frucht	Ernte 1/4 ha Ztr.	Höhe des Esch. cm	Untergrund	Grundwasser m	Prozentischer N-Gehalt Ackerkrume	Prozentischer N-Gehalt Untergrund
11	Büter, Lage	ewiger Roggenbau	2 Ctr. Thomasmehl 3 Ctr. Kainit	Roggen	5–6	100	gelber Sand	3	0,214 0,213	0,169 0,168
12	Behnes, Lindloh	Wechsel Roggen-Kartoffel	3 Ctr. Thomasmehl 5 Ctr. Kainit 1 Ctr. Ammoniak	„	—	40	Moor	—	0,668 0,667	1,447 1,502
13	Vieler, Borken	Roggen, Wechsel mit Kartoffel, Buchweizen und Hafer	Stallmist	„	6	100 bis 110	Lehm	8—9	0,167 0,165	0,076 0,076
14	Gruth, Holthausen	ewiger Roggenbau	Schafdünger, Thomasmehl und Kainit	„	5	70	gelber Sand	3—4	0,161 0,157	0,124 0,123
15	Büter, Krüßel	ewiger Roggenbau, alle 6 Jahre Wechsel mit Kartoffel, Hafer, Buchweizen	Stalldünger	„	5—6	90	„	3	0,172 0,168	0,040 0,039
16	Altes Eschland, Borken	ewiger Roggenbau, alle 6 Jahre Wechsel mit Kartoffel, Buchweizen, Hafer	2 Ztr. Thomasmehl 2 Ztr. Kainit	„	6—8	120	lehmiger, gelber Sand	10—15		
17	Schepergardes, Versen	ewiger Roggenbau, alle 6 Jahre Kartoffeln	Stallmist, etwas Thomasmehl u. Kainit	„	5—6	70—80	gelber Sand	6—7	0,146 0,152	0,124 0,124
18	Achter, Landegg	ewiger Roggenbau, alle 6—8 Jahre Kartoffeln, bezw. Hafer	Stallmist, etwas Thomasmehl u. Kainit	„	5	60	„	3	0,211 0,205	0,147 0,146
19	Kneeheim Oldenburg	Roggen, Hackfrucht Sommerung	2,5 Ztr. Kainit, 0,5 Ztr. Am_2SO_4 2½ Ztr. Thomasm.	„	11—12	55	„	—	0,217 0,217	0,130 0,130

Bei den zu den Vegetationsversuchen benutzten Erden wurden folgende prozentische N-Mengen gefunden:

		Ackerkrume	Untergrund
Vieler Borken	Veg.-V.	0,156 u. 0,157	
Römerlager Weckenborg . . .	„	0,188 u. 0,189	
Außerdem Römerlager Weckenborg . .	„	0,138 u. 0,139	0,074 u. 0,075

Tabelle Nr. 2.

Glühverlust, Kohlenstoff und CO_2.

Nr.	Probe	Ackerkrume			Untergrund		
		Glühverlust	C	CO_2	Glühverlust	C	CO_2
1.	Lücken, Wesuwe	7,70	3,485	0,074	7,41	3,435	0,070
2.	H. Haacke, Altenberge	13,77	6,012	0,159	14,65	6,739	0,082
3.	B. Büter, Lage	6,08	2,809	0,068	5,46	2,648	0,059
4.	Ww. Robber, Helte	6,27	3,068	0,075	5,62	2,343	0,073
5.	Osters, Schwefingen	6,47	2,676	0,074	5,56	2,453	0,094
6.	G. Book, Emmeln	6,95	3,298	0,092	6,00	2,820	0,050
7.	Boven, Rütenbrook	30,52	16,370	0,287	17,44	11,453	0,153
8.	Albers, Bokeloh	7,10	3,515	0,124	7,93	3,805	0,097
9.	Bruns, Apeldorn	6,61	3,382	0,077	4,65	2,836	0,059
10.	Klas, Hemsen	6,85	2,697	0,148	3,88	1,423	0,253
11.	Lüssing, Raken	8,00	3,886	0,074	5,19	2,496	0,044
12.	Römerlager Weckenborg	5,72	1,944	0,180	3,71	1,045	0,254
13.	Behnes, Lindloh	24,85	11,250	0,108	70,90	31,840	0,820
14.	Kneeheim, Cloppenburg	8,71	3,409	0,166	5,49	2,223	0,067
15.	Vieler, Borken	5,64	2,534	0,080	—	—	—
16.	Römerlager Weckenborg	5,81	1,968	0,092	—	—	—

Tabelle 3.

In 10% Salzsäure lösliche Bestandteile.

	1. Lücken, Wesuwe		2. H. Haacke, Altenberge		3. B. Büter, Lage		4. Ww. Robber, Helte		5. J. Osters, Schwefingen	
	Acker-krume	Unter-grund	Acker-krume	Unter-grund	Acker-krume	Unter-grund	Acker-krume	Unter-grund	Acker-krume	Unter-grund
SiO_2	0,117	0,224	0,087	0,097	0,085	0,077	0,070	0,077	0,106	0,106
Fe_2O_3	0,170	0,131	0,828	0,417	0,442	0,800	0,787	0,944	0,289	0,537
Al_2O_3	0,428	0,409	0,383	0,357	0,487	0,280	0,332	0,447	0,581	0,706
TiO_2	0,010	0,011	0,009	0,009	0,002	0,001	0,003	0,002	0,007	0,007
Mn_3O_4	0,001	0,001	0,001	0,001	Spur	Spur	0,004	0,004	0,006	0,004
CaO	0,022	0,024	0,048	0,052	0,035	0,034	0,041	0,046	0,067	0,059
MgO	0,090	0,025	0,034	0,026	0,026	0,027	0,029	0,036	0,055	0,051
Na_2O	0,086	0,043	0,030	0,015	0,018	0,017	0,012	0,026	0,034	0,032
K_2O	0,030	0,030	0,044	0,036	0,035	0,029	0,038	0,038	0,047	0,038
SO_3	0,099	0,051	0,084	0,048	0,065	0,055	0,067	0,069	0,062	0,058
P_2O_5	0,060	0,030	0,105	0,032	0,067	0,106	0,091	0,085	0,082	0,078

	6. G. Book, Emmeln		7. B. Boven, Rütenbrook		8. Albers, Bokeloh		9. Bruns, Apeldorn		10. Klas, Hemsen	
	Acker-krume	Unter-grund	Acker-krume	Unter-grund	Acker-krume	Unter-grund	Acker-krume	Unter-grund	Acker-krume	Unter-grund
SiO_2	0,092	0,079	0,058	0,064	0,088	0,086	0,075	0,071	0,069	0,069
Fe_2O_3	0,502	0,547	1,660	0,876	0,587	0,456	0,492	0,377	0,183	0,162
Al_2O_3	0,315	0,328	0,072	0,475	0,323	0,390	0,399	0,373	0,746	0,628
TiO_2	0,005	0,006	0,009	0,011	0,009	0,009	0,009	0,007	0,009	0,009
Mn_3O_4	0,004	0,002	0,004	0,002	Spur	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001
CaO	0,069	0,047	0,087	0,081	0,036	0,042	0,060	0,034	0,098	0,008
MgO	0,047	0,037	0,080	0,080	0,037	0,022	0,069	0,043	0,066	0,066
Na_2O	0,068	0,074	0,060	0,050	0,085	0,092	0,047	0,033	0,065	0,048
K_2O	0,051	0,031	0,045	0,046	0,035	0,053	0,048	0,039	0,060	0,044
SO_3	0,072	0,065	0,063	0,054	0,058	0,061	0,060	0,045	0,045	0,036
P_2O_5	0,081	0,067	0,077	0,041	0,089	0,086	0,090	0,066	0,076	0,055

	11. Lüssing, Raken		12. Römerlager Weckenborg		13. Behnes, Lindloh		14. Kneeheim b. Cloppenburg		Vegetationsversuche	
	Acker-krume	Unter-grund	Acker-krume	Unter-grund	Acker-krume	Unter-grund	Acker-krume	Unter-grund	15. Vieler, Borken	16. Weckenborg, Römerlager
SiO_2	0,075	0,066	0,019	0,017	0,066	0,107	0,092	0,090	0,089	0,083
Fe_2O_3	0,490	0,612	0,583	0,458	1,434	11,768	0,403	0,595	0,590	0,408
Al_2O_3	0,318	0,112	0,504	0,566	1,337	0,104	0,669	0,479	0,312	0,594
TiO_2	0,009	0,009	0,008	0,008	0,002	0,001	0,004	0,004	0,003	0,006
Mn_3O_4	0,002	Spur	0,004	0,008	0,002	Spur	0,002	Spur	0,005	0,003
CaO	0,042	0,015	0,060	0,036	0,128	0,080	0,066	0,068	0,044	0,076
MgO	0,025	0,017	0,060	0,046	0,198	0,100	0,054	0,051	0,054	0,015
Na_2O	0,042	0,042	0,025	0,019	0,048	0,010	0,007	0,007	0,016	0,024
K_2O	0,020	0,058	0,049	0,038	0,076	0,182	0,048	0,039	0,049	0,042
SO_3	0,053	0,031	0,033	0,024	0,157	0,419	0,072	0,067	0,059	0,048
P_2O_5	0,084	0,049	0,023	0,039	0,206	0,160	0,085	0,068	0,090	0,038

Tabelle 4.

Der in HCl unlösliche, glühbeständige Teil enthält:

	1. Lücken, Wesuwe		2. H. Haacke, Altenberge		3. B. Büter, Lage		4. Robber, Helte		5. Osters, Schwefingen	
	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund
SiO_2	95,83	96,20	95,29	96,38	96,40	96,42	94,87	94,72	94,60	95,22
Fe_2O_3	0.28	0,24	0,28	0,35	0,46	0,54	0,41	0,25	0,40	0,27
Al_2O_3	1,86	1,85	2,80	1,60	1,81	1,59	2,65	2,75	3,24	2,78
TiO_2	0,30	0,31	0,18	0,24	0,20	0,20	0,21	0,19	0,21	0,24
Mn_3O_4	Spur	Spur	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,001	0,001
CaO	0,44	0,21	0,26	0,25	0,27	0,27	0,50	0,54	0,21	0,20
MgO	0,17	0,16	0,09	0,07	0,02	0,03	0,15	0,12	0,11	0,14
Na_2O	0,51	0,41	0,36	0,42	0,26	0,27	0,35	0,45	0,40	0,36
K_2O	0.81	0,85	0,76	0,65	0,65	0,68	0,90	0,97	0,84	0,72
P_2O_5	0,01	0,01	0,025	0,020	0,003	0,002	0.017	0,022	0,022	0,015

Tabelle 4.

Der in HCl unlösliche, glühbeständige Teil enthält:

	6. Gerh. Book, Emmeln		7. B. Boven, Rütenbrook		8. Albers, Bokeloh		9. H. Bruns, Apeldorn		10. Klas, Hemsen	
	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund
SiO_2	95,51	95,46	96,30	96,52	95,27	95,81	94,41	95,60	94,73	95,11
Fe_2O_3	0,51	0,65	0,53	0,62	0,64	0,53	0,24	0,28	0,64	0,54
Al_2O_3	2,38	2,30	1,44	1,41	2,37	2,08	3,15	2.34	2,78	2,62
TiO_2	0,19	0,20	0,21	0,20	0,19	0,18	0,22	0,24	0,19	0,21
Mn_3O_4	0,005	0,005	0,003	0,001	0.004	0,005	0,003	0,002	0,007	0,004
CaO	0.20	0,22	0,31	0,22	0,36	0,28	0,43	0,39	0,43	0,38
MgO	0,09	0,08	0,07	0,07	0,10	0,11	0,13	0,12	0,09	0,11
Na_2O	0,27	0,27	0,18	0,14	0,23	0,18	0,64	0,32	0,37	0,28
K_2O	0,89	0,88	0,82	0,87	0,91	0,84	0,86	0,74	0,81	0,78
P_2O_5	0,010	0,009	0,010	0,009	0,005	0,008	0,008	0,008	0,005	0,007

Tabelle 4.

Der in HCl unlösliche Teil enthält:

	11. Lüssing, Raken		12. Römerlager Weckenborg		13. Behnes, Lindloh		14. Kneeheim b. Cloppenburg		Vegetationsversuche	
	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund	14. Weckenborg	15. Vieler
SiO_2	96,18	97,42	96,12	96,02	96,64	95.39	94,41	94,12	95,14	95,61
Fe_2O_3	0,48	0,37	0,59	0,37	0,58	1,75	0,24	0,25	0,56	0,36
Al_2O_3	1,52	0,76	1,52	2,28	1,39	1,63	2,63	2,64	2,26	2,11
TiO_2	0,22	0,21	0,19	0,22	0,19	0,19	0,26	0,28	0,24	0,28
Mn_3O_4	0,001	0,001	Spur	Spur	0,003	Spur	0,002	0,003	Spur	Spur
CaO	0,30	0,11	0,70	0,22	0,19	0,14	0,69	0,76	0,21	0,50
MgO	0,04	0,02	0,14	0,04	0,05	0,06	0,26	0,31	0,08	0,04
Na_2O	0,32	0,38	0,30	0,30	0,27	0,24	0,42	0,43	0,46	0,41
K_2O	0,94	0,77	0,71	0,76	0,70	0,53	1,10	1,21	0,88	0,71
P_2O_5	0,006	0,007	0,005	0,008	0,034	0,109	0,010	0,011	0,014	0,017

Tabelle 5.

	1. Lücken, Wesuwe		2. Haacke, Altenberge	
	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund
SiO_2	87,482	88,354	80,680	81,307
Fe_2O_3	0,425	0,351	1,065	0,712
Al_2O_3	2,123	2,104	2,751	1,705
TiO_2	0,284	0,295	0,161	0,211
Mn_3O_4	0,001	0,001	0,004	0,004
CaO	0,423	0,216	0,268	0,263
MgO	0,254	0,172	0,110	0,085
Na_2O	0,551	0,419	0,335	0,369
K_2O	0,768	0,809	0,687	0,584
SO_3	0,099	0,051	0,084	0,048
P_2O_5	0,069	0,039	0,126	0,049
N	0,221	0,208	0,358	0,221
C	3,485	3,435	6,012	6,739
CO_2	0,074	0,070	0,159	0,082
Glühverlust	7,700	7,410	13,77	14,65

	6. Gerh. Book, Emmeln		7. B. Boven, Rütenbrook	
	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund
SiO_2	87,718	88,606	64,834	77,985
Fe_2O_3	0,970	1,150	2,017	1,377
Al_2O_3	2,499	2,461	1,041	1,613
TiO_2	0,179	0,191	0,150	0,173
Mn_3O_4	0,009	0,007	0,006	0,003
CaO	0,253	0,251	0,296	0,259
MgO	0,130	0,111	0,127	0,137
Na_2O	0,316	0,324	0,181	0,153
K_2O	0,868	0,847	0,597	0,748
SO_3	0,072	0,065	0,063	0,054
P_2O_5	0,090	0,075	0,084	0,098
N	0,249	0,152	0,416	0,323
C	3,298	2,820	16,370	11,453
CO_2	0,092	0,050	0,287	0,153
Glühverlust	6,95	6,90	30,52	17,44

	11. Lüssing, Raken		12. Römerlager	
	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund
SiO_2	87,445	91,445	89,335	91,266
Fe_2O_3	0,926	0,959	1,131	0,810
Al_2O_3	1,699	0,825	1,916	2,733
TiO_2	0,201	0,198	0,185	0,217
Mn_3O_4	0,003	0,001	0,004	0,008
CaO	0,315	0,118	0,710	0,245
MgO	0,061	0,036	0,190	0,083
Na_2O	0,333	0,398	0,304	0,304
K_2O	0,874	0,780	0,709	0,760
SO_3	0,053	0,031	0,033	0,024
P_2O_5	0,089	0,056	0,028	0,047
N	0,198	0,090	0,138	0,075
C	3,886	2,496	1,944	1,045
CO_2	0,074	0,044	0,180	0,254
Glühverlust	8,00	5,19	5,72	3,71

Bauschanalyse.

3. Büter, Lage		4. Robber, Helte		5. Osters, Schwefingen	
Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund
89,407	89,858	87,593	87,794	87,322	88,436
0,868	1,303	1,165	1,176	0,658	0,788
2,164	1,761	2,777	2,994	3,568	3,285
0,187	0,187	0,197	0,178	0,201	0,229
0,002	0,003	0,007	0,006	0,007	0,005
0,285	0,285	0,502	0,546	0,261	0,245
0,045	0,055	0,167	0,147	0,156	0,181
0,259	0,268	0,335	0,443	0,403	0,366
0,637	0,662	0,868	0,936	0,821	0,706
0,065	0,055	0,067	0,069	0,062	0,058
0,070	0,108	0,107	0,105	0,102	0,092
0,214	0,169	0,282	0,170	0,194	0,142
2,809	2,684	3,068	2,343	2,676	2,453
0,068	0,059	0,075	0,073	0,074	0,094
6,08	5,46	6,27	5,62	6,47	5,56

8. Albers, Bokeloh		9. H. Bruns, Apeldorn		10. H. Klas, Hemsen	
Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund
87,311	87,054	86,965	90,184	86,966	90,418
1,173	0,937	0,723	0,641	0,770	0,675
2,493	2,278	3,298	2,579	3,296	3,117
0,183	0,172	0,212	0,233	0,183	0,209
0,004	0,007	0,006	0,004	0,008	0,005
0,366	0,296	0,456	0,402	0,492	0,369
0,129	0,122	0,189	0,156	0,148	0,171
0,296	0,255	0,636	0,335	0,404	0,314
0,868	0,816	0,840	0,737	0,803	0,785
0,058	0,061	0,060	0,045	0,045	0,036
0,094	0,093	0,097	0,073	0,081	0,062
0,174	0,214	0,183	0,103	0,174	0,106
3,515	3,805	3,382	2,836	2,697	1,423
0,124	0,097	0,077	0,059	0,148	0,235
7,10	7,93	6,61	4,65	6,85	3,88

13. Behnes, Lindloh		14. Kneeheim		Vegetationsversuch	
Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund	15. Vieler	16. Weckenborg
69,160	15,533	84,861	87,667	88,866	88,610
1,849	12,051	0,619	0,828	0,924	0,909
2,331	0,368	3,030	2,936	2,371	2,597
0,138	0,032	0,237	0,265	0,263	0,228
0,004	Spur	0,004	0,003	0,005	0,003
0,260	0,103	0,686	0,775	0,508	0,271
0,234	0,110	0,287	0,339	0,091	0,090
0,241	0,049	0,384	0,407	0,397	0,452
0,577	0,268	1,036	1,165	0,704	0,861
0,157	0,419	0,072	0,067	0,059	0,048
0,231	0,178	0,094	0,078	0,106	0,051
0,667	1,450	0,217	0,130	0,156	0,188
11,250	31,840	3,409	2,223	2,543	1,968
0,108	0,820	0,166	0,067	0,080	0,092
24,85	70,90	8,71	5,49	5,64	5,81

Tabelle 6.

Die mechanische Analyse der Eschböden.

Korngröße in Millimeter	1. Lücken, Wesuwe		2. H. Haacke, Altenberge		3. Büter, Lage		4. Robber, Helte		5. Osters, Schwefingen		6. Book, Emmeln		7. Boven, Rütenbrook	
	A	U	A	U	A	U	A	U	A	U	A	U	A	U
1—2	0,04	0,12	0,24	0,20	0,24	0,12	0,08	0,04	0,16	0,32	0,52	0,28	1,64	0,96
0.5—1	0,44	0,44	0,52	0,68	0,60	0,48	0,12	0,12	0,76	1,12	0,76	0,56	1,20	0,72
0,25—0,5	3,20	5,32	4,20	3,28	5,32	5,28	2,32	1,48	9,64	13,20	1,12	4,48	2,72	3,56
0,10—0,25	51,28	50,24	49,68	45,32	52,72	51,56	55,96	46,88	53,08	51,12	45,08	41,08	43,48	43,76
0,06—0,1	32,40	30,96	30,92	35,40	26,96	25,92	28,96	36,60	21,76	22,80	31,36	36,40	38,08	34,28
0,02—0,06	8,08	10,00	9,76	8,60	9,08	11,08	6,72	11,64	6,00	6,20	8,80	13,12	7,40	7,96
0,006—0,02	1,68	1,24	3,28	2,04	2,08	2,32	3,80	0,92	4,92	1,40	6,13	1,88	3,36	5,36
Kleiner als 0,006 und gelöst	2,88	1,68	1,40	4,48	3,00	3,24	2,04	2,32	3,68	3,84	6,23	2,20	2,12	3,40

Korngröße in Millimeter	8. Albers, Bokeloh		9. Bruns, Apeldorn		10. Klas, Hemsen		11. Lüssing, Raken		12. Römerlager Weckenborg		13. Kneeheim b Cloppenburg		Vegetationsversuch	
	A	U	A	U	A	U	A	U	A	U	A	U	Vieler	Weckenborg
1—2	0,36	0,48	0,40	1,04	0,56	0,44	0,35	0,48	0,42	0,40	0,36	0,36	0,34	0,19
0,5—1	0,76	1,00	1,20	2,00	1,00	0,90	0,58	1,32	1,34	2,50	1,08	0,72	0,85	1,00
0.25—0,5	3,68	5.28	9,60	12,40	6,36	6,96	4,40	4,72	8,27	9,32	7,52	7,84	6,93	7,45
0,10—0,25	36,48	44,16	52.24	50,10	48,24	41,56	39,60	44,84	40,95	45,32	31,52	34,28	38,12	50,35
0,06—0,10	40,32	35,28	25,48	23,25	31,60	35,40	36,68	35,44	39,48	35,99	27,60	29,72	38,27	29,10
0,02—0,06	15,20	10,68	8,00	9,30	7,40	11,12	13,04	9,44	6,65	4,20	22,52	20,92	10,41	8,40
0,006—0,02	2,16	1,52	1,92	1,80	1,40	1,72	2,20	1,92	1,75	0,68	6,88	3,68	3,00	2,10
Kleiner als 0,906 und gelöst	1,04	1,60	1,16	0,11	3,44	1,90	3,15	1,84	1,14	1,59	2,52	2,48	2,08	1,41

Tabelle 7.

Düngungstabelle des Auswaschversuchs.

Gefäß	Düngung in Gramm	Es wurden pro Gefäß durch Düngung in Gramm zugeführt								
		N	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3 Al_2O_3	SO_3	Cl	P_2O_5
1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	17,95 g $CaCO_3$	—	—	—	10	—	—	—	—	—
3	5,0 KCl — 5,93 $(NH_4)_2SO_4$ — 8,17 g Thomasmehl	1,25	3,030	0,108	3,881	0,219	1,475	3,766	2,407	1,25
4	5,0 KCl — 7,77 $NaNO_3$ — 8,17 Thomasmehl	1,25	3,030	2,861	3,881	0,219	1,475	0,296	2,407	1,25
5	5,0 KCl — 5,93 $(NH_4)_2SO_4$ — 8,17 Thomasmehl 17,95 $CaCO_3$	1,25	3,030	0,108	13,881	0,229	1,475	3,766	2,407	1,25
6	5,0 KCl — 7,77 $NaNO_3$ — 8,17 Thomasmehl 17,95 $CaCO_3$	1,25	3,030	2,861	13,881	0,229	1,475	0,292	2,407	1,25
7	18,71 Kainit — 5,93 $(NH_4)_2SO_4$ — 8,17 Thomasmehl	1,25	3,020	3,980	3,883	1,493	1,475	6,026	6,917	1,25
8	18,71 Kainit — 5,93 $(NH_4)_2SO_4$ + 8,17 Thomasmehl + 17,95 $CaCO_3$	1,25	3,020	3,980	13,883	1,503	1,475	6,026	6,917	1,25
9	5,0 KCl — 5,93 $(NH_4)_2SO_4$ + 2,1 Superphosphat	1,25	3,018	0,076	0,502	0,030	—	3,644	2,407	1,25
10	5,0 KCl — 6,19 Gipsammonsalpeter, 8,17 Thomasmehl	1,25	3,038	0,124	4,683	0,306	1,481	1,098	2,452	1,25
11	5,0 KCl — 6,19 Gipsammonsalpeter, 8,17 Thomasmehl, 17,95 $CaCO_3$	1,25	3,038	0,124	14,683	0,316	1,481	1,098	2,452	1,25

Tabelle 8. Analysen der benutzten Dünger.

	Kainit	Chlorkali techn.	Ammonsulfat	Gipsammonsalpeter	Thomasmehl	Primares Kalziumphosphat	Kalziumkarbonat
N_2O . . .	21,10	1,53	—	0,27	0,39	—	—
K_2O . . .	16,08	60,35	—	0,13	0,15	—	—
$(NH_4)_2O$ . .	—	—	39,18	20,13	—	—	—
CaO . . .	0,01	—	Spur	12,96	47,50	23,90	55,71
MgO . . .	6,97	0,60	—	1,40	2,31	—	0,05
$Fe_2O_3 - Al_2O_3$	—	—	—	0,09	18,05	—	0,01
MnO . . .	—	—	—	—	5,10	—	—
Cl	36,97	48,14	—	0,72	0,02	—	—
SO_3	12,45	0,13	60,28	14,63	0,93	—	—
CO_2 . . .	—	—	—	—	1,10	—	43,83
P_2O_5 . . .	—	—	—	—	15,30	60,60	—
SiO_2 . . .	—	—	—	3,32	6,91	—	0,02
H_2O . . .	13,20	0,40	0,60	6,76	0,75	15,50	0,41
Besonderes .	unlösl.– H_2O 1,20 K = 13,35	— K = 50,01	unlösl. H_2O 0,02 N = 21,10	NO_3 45,49 N = 20,50	S = 0,38 zitratl. P_2O_5 13,60	—	—

Tabelle 9. 1 l Sickerwasser enthält Gramm.

	Rückstand gesamt	Rückstand glühbest.	N	SiO_2	Fe_2O_3 Al_2O_3	Mn_3O_4	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	Cl
1.	3,095	2,349	0,0826	0,036	0,019	0,0023	0,766	0,163	0,013	0,130	1,134	0,197
2.	2,948	2,193	0,0767	0,036	0,021	0,0025	0,614	0,215	0,012	0,129	1,043	0,171
3.	5,241	4,034	0,1305	0,034	0,016	0,0026	1,293	0,279	0,040	0,252	1,896	0,655
4.	6,105	3,491	0,3506	0,043	0,046	0,0025	1,190	0,180	0,023	0,573	1,185	0,645
5.	5,450	4,032	0,1193	0,035	0,012	0,0025	1,296	0,282	0,020	0,111	1,838	0,647
6.	5,390	4,006	0,3282	0,048	0,046	0,0026	1,138	0,243	0,035	0,252	1,158	0,588
7.	7,285	6,058	0,1615	0,035	0,006	0,0024	1,574	0,362	0,085	0,805	2,204	1,618
8.	7,285	5,993	0,1503	0,037	0,015	0,0025	1,587	0,344	0,090	0,773	2,098	1,602
9.	4,976	4,000	0,1279	0,034	0,010	0,0025	1,282	0,279	0,056	0,229	1,883	0,659
10.	4,864	3,723	0,2370	0,035	0,010	0,0026	1,247	0,267	0,040	0,148	1,239	0,639
11.	5,170	3,833	0,2345	0,034	0,010	0,0026	1,294	0,278	0,042	0,233	1,243	0,676

Tabelle 10.

Die Gesamtmenge der ausgewaschenen Salze in Gramm

Nr.	Rückstand		N	SiO_2	Fe_2O_3 Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	Cl	Düngung
	gesamt	glühbeständig										
1	12,628	9,584	0,337	0,146	0,077	3,125	0,665	0,053	0,530	4,627	0,804	O
2	13,974	10,395	0,364	0,169	0,099	2,910	1,019	0,057	0,659	4,944	0,811	$CaCO_3$
3	23,427	18,032	0,583	0,150	0,072	5,780	1,247	0,180	1,126	8,475	2,928	KCl + $(NH_4)_2SO_4$ + Thomasmehl
4	29,182	16,687	1,676	0,206	0,218	5,688	0,860	0,111	2,739	5,664	3,083	KCl + $NaNO_3$ + Thomasmehl
5	23,435	17,338	0,513	0,149	0,052	5,573	1,213	0,088	0,477	7,903	2,782	KCl + $(NH_4)_2SO_4$ + Thomasmehl + $CaCO_3$
6	25,710	19,109	1,565	0,229	0,218	5,428	1,159	0,165	1,202	5,523	2,805	KCl + $NaNO_3$ + Thomasmehl + $CaCO_3$
7	33,365	27,746	0,740	0,169	0,029	7,209	1,658	0,388	3,687	10,094	7,410	Kainit + $(NH_4)_2SO_4$ + Thomasmehl
8	31,908	26,249	0,658	0,161	0,067	6,951	1,507	0,393	3,386	9,189	7,016	Kainit + $(NH_4)_2SO_4$ + Thomasmehl + $CaCO_3$
9	21,695	17,440	0,558	0,150	0,042	5,590	1,216	0,243	0,998	8,209	2,873	KCl + $(NH_4)_2SO_4$ + Superphosphat
10	21,985	16,828	1,071	0,159	0,043	5,636	1,207	0,179	0,669	5,600	2,888	KCl + Gipsammonsalpeter + Thomasmehl
11	22,955	17,010	1,041	0,153	0,043	5,745	1,234	0,188	1,035	5,519	3,001	KCl + Gipsammonsalpeter + Thomasmehl + $CaCO_3$

Tabelle 11.

Mehrauswaschung gegen ungedüngt bezw. $CaCO_3$

	Rückstand gesamt	Rückstand glühbest.	N	SiO_2	Fe_2O_3 Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	Cl	Düngung
2	1,346	0,811	0,027	0,023	0,022	— 0,215	0,354	0,004	0,129	0,317	0,007	$CaCO_3$
3	10,799	8,448	0,246	0,004	— 0,005	2,655	0,582	0,127	0,596	3,848	2,124	KCl, $(NH_4)_2SO_4$, Thomasmehl
4	16,554	7,103	1,339	0,060	0,141	2,563	0,195	0,058	2,209	1,037	2,279	KCl, $NaNO_3$, Thomasmehl
5	9,461	6,943	0,149	— 0,020	— 0,047	2,663	0,194	0,031	— 0,182	2,959	1,971	KCl, $(NH_4)_2SO_4$, Thomasmehl, $CaCO_3$
6	11,736	8,714	1,201	0,060	0,119	2,518	0,140	0,108	0,543	0,579	1,994	KCl, $NaNO_3$, Thomasmehl, $CaCO_3$
7	20,737	18,162	0,403	0,013	— 0,048	4,084	0,993	0,335	3,157	5,467	6,606	Kainit, $(NH_4)_2SO_4$, Thomasmehl
8	17,934	15,854	0,294	— 0,008	— 0,032	4,041	0,488	0,336	2,727	4,245	6,206	Kainit, $(NH_4)_2SO_4$, Thomasmehl, $CaCO_3$
9	9,067	7,856	0,221	0,004	— 0,035	2,465	0,551	0,190	0,468	3,582	2,069	KCl, $(NH_4)_2SO_4$, Superphosphat
10	9,357	7,244	0,734	0,013	— 0,034	2,511	0,542	0,126	0,139	0,973	2,084	KCl, Gipsammonsalpeter, Thomasmehl
11	8,981	6,615	0,677	— 0,016	— 0,056	2,835	0,215	0,131	0,376	0,575	2,180	KCl, Gipsammons., Thomasm., $CaCO_3$

Tabelle 12.

Es sind Prozent der zugefügten Stoffe ausgewaschen:

Nr.	N	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	Cl	Düngung
3	19,68	68,48	265,8	4,19	551,9	102,18	88,24	KCl, $(NH_4)_2SO_4$, Thomasmehl
4	107,1	66,04	88,10	1,91	77,21	339,15	94,68	KCl, $NaNO_3$, Thomasmehl
5	11,92	19,19	84,81	1,02	— 168,5	78,57	81,90	KCl, $(NH_4)_2SO_4$, Thomasmehl, $CaCO_3$
6	96,10	18,14	61,13	3,56	18,98	198,30	82,84	KCl, $NaNO_3$, Thomasmehl, $CaCO_3$
7	59,20	105,24	66,5	11,16	79,32	90,74	95,52	Kainit, $(NH_4)_2SO_4$, Thomasmehl
8	23,52	29,13	32,47	11,12	68,32	70,61	89,73	Kainit, $(NH_4)_2SO_4$, Thomasmehl, $CaCO_3$
9	17,68	491,03	1836,7	6,30	618,42	98,30	85,87	KCl, $(NH_4)_2SO_4$, Superphosphat
10	58,72	53,62	177,1	4,15	112,10	88,62	84,99	KCl, Gipsammonsalpeter, Thomasmehl
11	54,16	19,30	68,60	4,31	303,22	52,38	88,91	KCl, Gipsammonsalpeter, Thomasmehl, $CaCO_3$

Tabelle 13.

Nr.	Düngung	Hafer								Spörgel	
		Erntegewicht g			Halm-länge	Rispen-länge mittel	Ährchen		Kornzahl	Erntegewicht	
		frisch	lufttrocken	Trockens.			voll	taub		frisch	lufttrocken
1	O . . .	120	35,5	32,50	82— 96	14,4	225	4	397	57,5	6,4
		139	38,0	34,7	85—100	15,2	251	4	426	54,8	5,8
		139	41,0	36,2	70—104	15,0	273	18	476	56,5	6,0
2	$CaCO_3$ . .	200	54,5	49,4	87—108	17,3	413	53	810	77,5	7,4
		200	54,0	49,2	91—116	17,6	437	59	866	70,5	6,8
		208	53,5	48,7	95—117	17,1	426	29	813	82,0	7,7
3	Voll-düngung .	330	74,0	66,5	94—109	18,7	534	227	1130	77,5	7,2
		304	59 5	49,4	84—102	18,7	295	326	583	78,5	7,1
		330	70,5	65,0	86—109	18,3	481	230	949	70,0	7,0
4	minus K .	300	71,0	65,0	100—114	20,5	597	178	1183	70,0	6,8
		300	73,0	65,7	91—115	19,0	505	191	957	65,4	6,7
		290	66,0	61,2	91—113	19,1	493	197	877	61,5	6,1
5	minus N .	220	60,3	54,1	90—119	17,7	452	113	878	76,0	7,6
		220	59,0	53,8	100—110	17,2	444	81	878	74,0	7,5
		221	61,5	54,4	97—117	17,9	440	86	866	66,5	7,0
6	minus P .	284	73,0	66,1	100—110	19,6	570	159	1152	66,0	6,8
		300	71,2	65,0	91—108	20,3	589	184	1171	71,0	7,2
		300	71,5	65,1	100—118	20,5	540	178	1075	66,5	6,6
7	minus Mg .	324	74,5	67,4	87—112	20,8	527	228	1070	75,7	7,8
		324	74,0	67,2	91—111	19,5	556	236	1095	60,0	6,0
		324	74,0	67,3	90—114	18,4	553	243	1098	66,2	7,1
8	minus Ca .	320	69,8	63,8	96—110	19,1	438	320	866	60.5	6,7
		320	69,5	63,6	98—107	18,8	427	243	850	57,5	6,5
		318	71,5	63,5	92— 97	17,8	471	288	910	49,0	4,5

Tabelle 14.

Die Mittelwerte der Erntetabelle 22 und ihre Differenz gegen „ungedüngt".

Topf	Mittelwerte					Differenz				Düngung
	Trockensubstanz	Halmlänge	Ährchenzahl volle	Ährchenzahl taube	Kornzahl	Trockensubstanz	Ährchenzahl volle	Ährchenzahl taube	Kornzahl	
1	34,45 ± 0,79	89,5 ± 3,97	249,7 ± 9,80	8,7 ± 3,7	433 ± 17,18	—	—	—	—	0
2	49,10 ± 0,16	102,3 ± 4,28	425,3 ± 4,83	47,0 ± 7,16	830 ± 14,35	+ 14,65 ± 0,81	175,6 ± 10,03	38,3 ± 8,06	397 ± 22,39	$CaCO_3$
3	65,80 ± 0,63	99,5 ± 4,64	507,5 ± 22,4	228,5 ± 1,27	1039,5 ± 76,4	+ 31,35 ± 1,01	257,8 ± 24,45	219,8 ± 3,91	606,5 ± 78,31	Voll
4	63,97 ± 1,10	108,0 ± 3,78	483,3 ± 12,48	172,6 ± 17,1	904,0 ± 25,3	+ 29,52 ± 1,32	233,6 ± 15,88	163,9 ± 17,56	471,0 ± 30,57	— K
5	54,10 ± 0,12	105,5 ± 3,70	445,3 ± 2,65	99,0 ± 12,3	873,3 ± 3,7	+ 19,65 ± 0,80	195,6 ± 10,25	90,3 ± 12,85	440,3 ± 17,57	— N
6	65,40 ± 0,28	104,80 ± 2,80	566,3 ± 10,7	169,3 ± 6,12	1132,6 ± 23,3	+ 30,95 ± 0,83	316,6 ± 14,51	160,6 ± 7,16	699,6 ± 28,13	— P
7	67,30 ± 0,04	101,3 ± 4,2	545,3 ± 7,4	238,0 ± 3,4	1087,7 ± 7,1	+ 32,85 ± 0,72	295,6 ± 12,28	229,3 ± 5,02	654,7 ± 18,59	— Mg
8	63,63 ± 0,07	100,4 ± 2,14	445,3 ± 10,2	283,7 ± 16,3	875,4 ± 6,9	+ 29,18 ± 0,79	195,6 ± 14,15	275,0 ± 16,72	442,4 ± 18,54	$-CaCO_3$

Tabelle 15.

Analysenwerte.

Topf	Die geerntete Trockensubstanz enthält in Prozenten					Es wurden pro Topf an Mineralbestandteilen geerntet in Gramm				
	N	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	N	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5
1	0,713 0,707	2,000 1,994	0,268 0,271	0,203 0,205	0,963 0,956	0,245	0,688	0,093	0,070	0,331
2	0,931 0,927	2,465 2,458	0,405 0,409	0,231 0,246	0,765 0,765	0,456	1,209	0,200	0,117	0,376
3	1,751 1,751	3,349 3,356	0,785 0,781	0,409 0,401	0,735 0,742	1,152	2,206	0,515	0,266	0,486
4	1,764 1,764	1,987 1,995	0,733 0,734	0,394 0,402	0,620 0,628	1,128	1,274	0,469	0.255	0,399
5	0,926 0,922	2,644 2,652	0,396 0,398	0.222 0,229	0,832 0,822	0,499	1,433	0,215	0,122	0,447
6	1,648 1,642	3,224 3,228	0,661 0,658	0,350 0,342	0,465 0,461	1,076	2,110	0,432	0,226	0,303
7	1,765 1,765	2,990 2,991	0,864 0,866	0,294 0,286	0,612 0,603	1,188	2,016	0,582	0,195	0,409
8	1,631 1,631	3,319 3,326	0,549 0,551	0,464 0,456	0,723 0,714	1,038	2,113	0,350	0,293	0,457

Tabelle 16.

Nr.	Düngung	Hafer								Spörgel	
		Erntegewicht g			Halm-länge	Rispen-länge mittlere	Ährchen		Kornzahl	Erntegewicht	
		frisch	lufttrocken	Trockens.			voll	taub		frisch	lufttrocken
1	O . . .	130	37,0	33,8	80—105	14,3	238	5	474	38,0	4,2
		136	38,0	34,5	88—111	14,8	247	12	470	41,5	4,9
		142	38,5	34,7	87—105	16,0	287	55	528	44,0	5,0
2	$CaCO_3$ . .	180	54,0	49,1	93—108	16,3	353	71	712	68,0	7,6
		184	54,0	49,0	96—118	16,5	376	64	736	81,0	9,1
		184	54,5	49,2	92—111	16,7	376	70	748	74,3	8,0
3	Volldüngung.	318	72,5	66,2	88—107	17,9	495	289	946	71,5	7,7
		318	72,4	66,1	92—104	17,6	482	220	919	85,0	8,4
		318	73,0	66,5	95—109	18,6	459	270	882	70,0	7,4
4	minus K .	290	68,5	62,3	101—116	19,2	623	134	1198	51,5	5,0
		292	70,2	63,5	89—107	18,0	517	247	1039	59,0	6,2
		298	71,5	63,6	99—113	16,5	523	191	1082	76,5	7,4
5	minus N .	210	61,5	56,5	97—118	16,4	414	69	795	70,5	7,4
		220	61,5	56,7	99—118	17,7	460	91	894	54,0	5,7
		218	65,0	56,3	99—119	17,7	382	62	748	58,0	6,1
6	minus P .	274	71,0	64,5	92—108	18,5	534	228	1062	59,5	6,0
		266	68,0	62,3	91—113	18,8	413	293	818	42,5	4,5
		288	75,5	68,1	88—119	19,3	644	193	1279	42,0	4,3
7	minus Mg.	341	72,5	65,0	90— 99	18,4	426	304	760	68,0	7,1
		330	70,5	63,5	97—107	19,6	624	196	1191	54,0	5,5
		321	76,5	69,1	90—111	18,4	467	366	798	59,3	5,8
8	minus Ca .	290	74,5	67,8	95—108	18,7	616	175	1240	44,0	5,0
		267	71,5	65,2	86—113	18,4	576	294	1040	50,0	5,4
		286	71,5	65,3	89—101	18,4	546	177	1074	43,7	5,2

Tabelle 17.

Die Mittelwerte der Erntetabelle 25 und die Differenz zu „ungedüngt".

Nr.	Mittelwerte: Trockensubstanz	Halmlänge	Ährchenzahl volle	Ährchenzahl taube	Kornzahl	Differenz: Trockensubstanz	Ährchen volle	Ährchen taube	Kornzahl	Düngung
1	34,3 ± 0,22	97,7 ± 0,74	257,3 ± 11,9	27,3 ± 13,1	490,7 ± 15,0					
2	49,1 ± 0,06	103 ± 1,6	368,3 ± 6,4	68,3 ± 47,0	732,0 ± 8,0	13,8 ± 0,23	111 ± 13,5	41,0 ± 13,2	241,3 ± 16,9	$CaCO_3$
3	66,3 ± 0,10	99,4 ± 1,2	478,7 ± 7,9	259,7 ± 15,9	915,7 ± 13,5	32,0 ± 0,26	221,4 ± 14,2	232,4 ± 20,6	425,0 ± 20,1	Voll
4	63,1 ± 0,34	104 ± 2,4	554,3 ± 27,5	191,0 ± 22,6	1106,3 ± 36,7	28,8 ± 0.39	307,0 ± 30,0	163,7 ± 26,1	615,6 ± 39,6	— K
5	56,5 ± 0,08	108,6 ± 0.4	418,7 ± 16.5	107,3 ± 19,9	812,2 ± 32,7	22,2 ± 0,30	161,4 ± 20,4	80,0 ± 23,8	321,5 ± 35,6	— N
6	65,0 ± 1,3	101,6 ± 0,7	530,3 ± 47,0	238,0 ± 22,0	1053,0 ± 94,0	30,7 ± 1,33	272,7 ± 48,4	210,7 ± 25,6	562,3 ± 95,2	— P
7	65,8 ± 1,3	99,0 ± 1,8	505,7 ± 47,3	288,7 ± 37,1	906,3 ± 91,9	31,5 ± 1,33	248,4 ± 48,8	261,4 ± 39.3	415,6 ± 93.1	— Mg
8	66,1 ± 0,7	99,3 ± 1,7	585,3 ± 15,9	214,3 ± 30,7	1118,0 ± 25,1	31,8 ± 0,73	328,0 ± 19,8	187,0 ± 33,3	628,0 ± 29,2	— Ca

Tabelle 18.

Analysenwerte.

Topf	Die geerntete Trockensubstanz enthält in % N	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	Es wurden pro Topf an Mineralbestandteilen geerntet in Gramm N	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5
1	0,736 0,736	2,551 2,558	0,277 0,275	0,207 0,207	0,908 0,899	0,252	0,876	0,095	0,071	0,310
2	0,816 0,821	2,289 2,298	0,422 0,420	0,199 0,191	0,692 0,684	0,402	1,126	0,206	0,096	0,337
3	1,731 1,745	3,617 3,610	0,848 0,851	0,625 0,633	0.733 0,725	1,152	2,395	0,563	0,417	0,483
4	1,806 1,806	1,908 1,900	0,875 0,877	0,493 0,501	0,648 0,640	1,140	1,201	0,553	0,314	0,406
5	0,842 0,840	2,876 2,869	0,387 0,386	0,233 0,228	0,968 0,977	0,475	1,623	0,218	0,130	0,549
6	1,738 1,738	3,071 3,069	0,798 0,796	0,414 0,414	0,452 0,461	1,130	1,996	0,518	0,269	0,296
7	1,734 1,738	3,033 3,025	1,041 1,039	0,341 0,330	0,764 0,764	1,139	1,990	0,684	0,220	0,503
8	1,663 1,662	2,868 2,874	0,479 0,476	0,454 0,454	0.473 0,481	1,099	1,898	0,315	0,300	0,313

Tabelle 19. Düngungstabelle.

Topf-Nr.	Düngung
1a+b	0
2a+b	20 g $CaCO_3$
3a+b	2 g KCl + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 2,2 g $Ca_3(PO_4)_2$
4a+b	2 g KCl + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 2,2 g $Ca_3(PO_4)_2$ + 20 g $CaCO_3$
5a+b	7,5 g Kainit + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 1,8 g $CaH_4(PO_4)_2$ + aq.
6a+b	7,5 g Kainit + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 1,9 g $CaH(PO_4)$
7a+b	7,5 g Kainit + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 2,2 g $Ca_3(PO_4)_2$
8a+b	7,5 g Kainit + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 1,8 g $CaH_4(PO_4)_2$ aq. + 20 g $CaCO_3$
9a+b	7,5 g Kainit + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 1,9 g $CaHPO_4$ + 20 g $CaCO_3$
10a+b	7,5 g Kainit + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 2,2 g $Ca_3(PO_4)_2$ + 20 g $CaCO_3$
11a+b	7,5 g Kainit + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 6,5 g Thomasmehl
12a+b	7,5 g Kainit + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 6,5 g Thomasmehl + 20 g $CaCO_3$
13a+b	10 g Gips
14a+b	7,5 g Kainit + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 1,7 g $CaH_4(PO_4)_2$ + 10 g Gips
15a+b	7,5 g Kainit + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 1,7 g $CaH_4(PO_4)_2$ + 10 g Gips + 20 g $CaCO_3$.

Tabelle 20. Versuch über den Einfluß der Bodenazidität.

Top.	H^+konz.	Haferernte				Gerstenernte		
		frisch.	lufttrock.	Trockens.	Mittel	frisch.	lufttrock.	Mittel
1	$4{,}68 \cdot 10^{-5}$	76,0	23,7	21,6	21,9	9,0	2,1	2,6
	$6{,}12 \cdot 10^{-5}$	80,0	25,5	22,1		12,5	3,1	
2	$1{,}35 \cdot 10^{-6}$	117	33,0	31,0	32,55	24,5	6,5	6,65
	$1{,}01 \cdot 10^{-6}$	136	38,0	34,1		26,0	6,8	
3	$1{,}01 \cdot 10^{-4}$	165	45,5	41,3	42,10	2,0	0,5	0,75
	$1{,}07 \cdot 10^{-4}$	166	48,0	42,9		5,0	1,0	
4	$2{,}33 \cdot 10^{-6}$	184	48,7	43,3	43,0	26,0	6,1	7,2
	$1{,}99 \cdot 10^{-6}$	177	47,5	42,7		35,0	8,3	
5	$3{,}31 \cdot 10^{-5}$	171	48,5	43,2	43,2	2,0	0.5	0,75
	$1{,}38 \cdot 10^{-4}$	171	48,5	43,2		4,5	1,0	
6	$1{,}55 \cdot 10^{-5}$	177	50,0	45,1	45,70	3,0	0,8	1,05
	$1{,}35 \cdot 10^{-5}$	180	52,5	46,3		5,5	1,3	
7	$1{,}18 \cdot 10^{-5}$	164	48,5	44,4	44,55	6,6	1,4	1,50
	$1{,}55 \cdot 10^{-5}$	175	50,5	45,1		6,6	1,6	
8	$6{,}46 \cdot 10^{-7}$	174	52,5	47,8	48,05	31,5	8,5	8,70
	$5\,94 \cdot 10^{-7}$	184	53,7	48,3		32,0	8,9	
9	$9{,}25 \cdot 10^{-7}$	184	51,0	45,8	45,6	25,5	7,2	8,05
	$2{,}11 \cdot 10^{-7}$	180	49,8	45,4		32,0	8,9	
10	$3{,}44 \cdot 10^{-7}$	170	50,0	44,9	45,3	25.5	6.5	7,75
	$4{,}90 \cdot 10^{-7}$	178	50.5	45,7		35.5	9,0	
11	$4{,}89 \cdot 10^{-6}$	188	54,5	49,9	48,85	16,0	4,7	4,95
	$9{,}77 \cdot 10^{-6}$	183	51,5	47,8		17,5	5.2	
12	$2{,}95 \cdot 10^{-6}$	177	52,0	47,3	47,70	30,5	7,3	8,40
	$8{,}32 \cdot 10^{-5}$	186	52,8	48,1		40,0	9,5	
13	$2{,}75 \cdot 10^{-5}$	74	22,5	20,3	21,55	7,4	1,6	2,0
	$1{,}78 \cdot 10^{-4}$	82	24,3	22.8		10,4	2,4	
14	$1{,}04 \cdot 10^{-4}$	166	50,5	46,0	46,15	7.2	1,7	1,25
	$2{,}23 \cdot 10^{-4}$	164	50,7	46,3		3,0	0,8	
15	$4{,}47 \cdot 10^{-6}$	182	51,5	47,2	46,80	27,0	7,3	9,0
	$7{,}59 \cdot 10^{-7}$	182	50,8	46,4		39,0	10,7	

Tabelle 21.
Düngungsplan, Gersteversuch 1921.

Topf-Nr.	Düngung
1a+b	0
2a+b	20 g $CaCO_3$
3a+b	2 g KCl + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 2,4 g $CaHPO_4$ 2 aq.
4a+b	2 g KCl + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 2,4 g $CaHPO_4$ + 2 aq. + 5 g $CaCO_3$
5a+b	2 g KCl + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 2,4 g $CaHPO_4$ + 2 aq. + 10 g CaCO
6a+b	2 g KCl + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 2,4 g $CaHPO_4$ 2 aq. + 20 g $CaCO_3$
7a+b	2 g KCl + 6,1 g $NaNO_3$ + 2,4 g $CaHPO_4$ 2 aq.
8a+b	2 g KCl + 6,1 g $NaNO_3$ + 2,4 g $CaHPO_4$ 2 aq. + 10 g $CaCO_3$
9a+b	2 g KCl + 6,1 g $NaNO_3$ + 2,4 g $CaHPO_4$ 2 aq. + 20 g $CaCO_3$
10a+b	7,5 g Kainit + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 2,4 g $CaHPO_4$ 2 aq.
11a+b	7,5 g Kainit + 4,7 g $(NH_4)_2SO_4$ + 2,4 g $CaHPO_4$ 2 aq. + 20 g $CaCO_3$.

Tabelle 22.
Gersteversuch 1921.

Topf	Reaktion gegen Methylrot	Erntegewicht in Gramm		
		lufttrocken	Trockensubstanz	Mittel
1.	schwach, aber ganz deutlich sauer	3,00 3,00	2,81 2,79	2,80
2.	neutral bis schwach alkalisch	12,00 11,50	9,92 9,71	9,82
3.	stark sauer	6,50 5,50	5,93 5,02	5,43
4.	schwach sauer	13,0 13,0	11,78 11,73	11,75
5.	eben noch schwach sauer	13,5 13,8	12,28 12,37	12,33
6.	neutral bis schwach alkalisch	15,9 15,5	14,33 14,21	14,27
7.	stark sauer	9,9 10,0	9,30 9,40	9,35
8.	sehr schwach sauer	13,0 13,1	11,85 11,91	11,88
9.	neutral bis schwach alkalisch	14,9 15,2	13,51 13,63	13,57
10.	sehr stark sauer	4,0 4,8	3,69 4,40	4,05
11.	neutral bis sehr schwach sauer	15,1 15,3	13,68 13,74	13,71

Tabelle 23.
Keimversuch mit Weizen.

Nr.	Düngung	Gekeimte Körner		Reaktion
		am 18. V.	am 24. V.	
1	0	89 ± 1,6	94 ± 0,6	schwach, aber deutlich sauer
2	2 g $CaCO_3$	95 ± 0,8	97 ± 0,0	neutral bis schwach alkalisch
3	0,2 g KCl + 0,25 g $(NH_4)_2SO_4$	86 ± 1,2	94 ± 0,4	deutlich sauer
4	0,2 g KCl + 0,25 g $(NH_4)_2SO_4$ + 2 g $CaCO_3$	92 ± 0,8	97 ± 0,6	neutral
5	0,2 g KCl + 0,32 g $NaNO_3$	90 ± 0,4	95 ± 0,4	deutlich sauer
6	0,2 g KCl + 0,32 g $NaNO_3$ + 2 g $CaCO_3$	90 ± 1,0	98 ± 0,6	neutral

Tabelle 24.
Aziditätszahlen.

Probe	Austauschazidität		Hydrolytische Azidität	
	Ackerkrume	Untergrund	Ackerkrume	Untergrund
1. Lücken, Wesuwe .	6,7— 6,8	7,8— 7,9	38,1—38,4	42,5—43,0
2. Hake-Altenberge .	12,2—12,0	11,4—11,4	60,0—59,9	67,8—67,9
3. Büter-Lage . . .	8,0— 8,0	9,5— 9,5	32,5—33,1	30,0—30,0
4. Robber-Helte . .	6,8— 6,8	6,8— 7,2	29,3—29,6	28,9—28,3
5. Osters-Schwefingen	4,0— 4,1	6,8— 7,2	19,8—19,2	26,0—26,2
6. Book-Emmeln . .	3,6— 3,6	5,7— 5,7	32,3—31,9	28,7—27,9
7. Boven-Rütenbrook .	7,7— 8,0	5,5— 5,7	93,0—93,4	64,9—64,9
8. Albers-Bokeloh . .	9,7— 9,6	7,6— 7,7	34,8—34,9	38,0—38,3
9. Bruns-Apeldorn . .	5,3— 5,1	6,3— 6,1	32,1—31,9	22,0—22,0
10. Klas-Hemsen . . .	2,6— 2,5	4,0— 3,8	28,9—28,6	21,8—21,7
11. Lüssing-Raken . .	5,9— 6,1	8,5— 8,7	33,1—33,4	34,5—34,9
12. Römerlager . . .	0,9— 0,9	2,3— 2,5	10,5—11,0	18,4—19,1
13. Behnes-Lindloh . .	11,1—11,4	24,5—24,8	108,2	209,9
14. Kneeheim	4,7— 4,7	6,8— 6,8	33,0—33,3	28,7—28,4
15. Vegetationsversuch Weckenborg . . .	2,0— 1,9	—	24,0—24,6	—

Bücherbesprechungen.

Pusch's Lehrbuch der allgemeinen Tierzucht herausgegeben von J. Hansen, Dr. phil. und Dr. der Landwirtschaft, Geheimer Regierungsrat und Professor und Direktor des Instituts für Tierzucht der landwirtschaftlichen Hochschule Berlin. Siebente bis neunte verbesserte Auflage. Mit 236 Abbildungen. Stuttgart, Ferd Enke, 1922. XIX und 644 S. Die 4. Auflage dieses Lehrbuches war 8 Monat nach ihrem Erscheinen vergriffen. 1920 erschien sofort eine Doppelauflage. Die in diesem Journal 1921, S. 187 angezeigt wurde. Der enorm schnelle Absatz hat den Verlag im Jahre 1922 veranlaßt die Auflage zu verdreifachen, so daß er das Buch jetzt in 7. bis 9. Auflage herausgegeben hat.

Es ist bewundernswert, daß der Verfasser es verstanden hat, neben seinen anderen Verpflichtungen diese neue Auflage in wesentlichen Teilen umzuarbeiten. Er führt in dem Vorwort folgendes aus: „Ganz neubearbeitet ist der erste Abschnitt über die zoologische Stellung und geschichtliche Entwicklung der Haustierrassen. Der die Entwicklung der deutschen Tierzucht schildernde Unterabschnitt ist bis auf die neueste Zeit fortgeführt worden; er berücksichtigt insbesondere die der früheren Zeit gegenüber völlig veränderte Lage der Tierzucht. Der Abschnitt über die Vererbung erworbener Eigenschaften hat eine ganz neue Fassung erhalten. Im Abschnitt über die Züchtung sind Ausführungen über Kreuzung und Reinzucht vollständig neue verfaßt und, wie ich hoffe, die leitenden Gesichtspunkte besser herausgeholt worden, als es bisher der Fall gewesen ist. Bei allen anderen Abschnitten sind, soweit vorgeschrittene Forschung es notwendig erscheinen ließ, Abänderungen und Ergänzungen zu finden. Ich hoffe, daß auch dies als eine Verbesserung angesehen werden kann. Einige Abbildungen sind auch in dieser Auflage neu hinzugekommen und andere durch besser geeignete ersetzt worden."

Ich kann nur das bei der Besprechung der vorigen Auflage Gesagte wiederholen. Es lautete: „Aus jeder Seite geht hervor, in wie hohem Maße der Verfasser die Theorie beherrscht und in der Praxis zu Hause ist und wie er es verstanden hat Theorie und Praxis in der glücklichsten Weise zu vereinen, die eine durch die andere zu beleben," und weiter am Schluß der Besprechung: „Niemand auch der erfahrene Züchter nicht, wird das Buch aus der Hand legen, ohne großen Nutzen aus ihm geschöpft zu haben. So kann es uneingeschränkt

auf das wärmste empfohlen werden, um so mehr, als auch die vorzügliche Ausstattung dem gediegenen Inhalt entspricht." v. Seelhorst.

Lehrbuch der Rinderzucht. Des Rindes Körperbau, Schläge, Züchtung, Fütterung und Nutzung von J. Hansen, Dr. phil. und Dr. der Landwirtschaft h. c. Geh. Regierungsrat, o. Professor und Direktor des Instituts für Tierzucht der landwirtschaftlichen Hochschule Berlin. Zweite und dritte durchgearbeitete Auflage. Mit 316 Abbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1922. XVI und 647 S.

Das im Jahre 1921 zum erstenmal erschienene Lehrbuch von Hansen hat in unglaublich kurzer Zeit eine Neuauflage erlebt. Ich hatte die erste Auflage in diesem Journal 1921, S. 185 etwas ausführlicher besprochen. Eine neue Besprechung würde lediglich eine Wiederholung des Gesagten sein können. Ich kann mich deshalb darauf beschränken zu erwähnen, daß die vorliegende zweite und dritte Auflage sorgfältig vom Verfasser durchgesehen ist. Daß sie ebenso wie die erste die freudigste Aufnahme finden wird, ist selbstverständlich.

v. Seelhorst.

Allgemeine landwirtschaftliche Betriebslehre von Dr. phil., Dr. rer. pol. h. c. Friedrich Aereboe, Preußischer Landesökonomierat und Geh. Reg.-Rat, Professor an der landwirtschaftlichen Hochschule Berlin. Sechste neubearbeitete Auflage. Berlin, Verlag von P. Parey, 1923. XVI u. 697 S., Grundzahl 18.

Das im Jahre 1917 herausgekommene epochemachende Werk des in den weitesten Kreisen der gebildeten Landwirte bekannten und hochgeschätzten Verfassers liegt jetzt schon in der 6. Auflage vor. Das ist ein so untrügliches Zeichen seines hohen Wertes und seiner großen Bedeutung, daß jedes empfehlende Wort gänzlich überflüssig ist. Ich will deshalb nur erwähnen, daß es besonders der dritte Hauptabschnitt: „Die Betriebsorganisation oder die zweckmäßigsten Verhältnisse der Betriebsmittel" und in diesem die Kapitel: „Die Preisverhältnisse in ihrem Einfluß auf die Formen der Bodennutzung" und „Die natürlichen Verhältnisse in ihrem Einfluß auf die Betriebsformen der Landwirtschaft" sind, welche eine ganz besondere Beachtung verdienen. Die mannigfachen Wechselbeziehungen und Beeinflussungen im landwirtschaftlichen Betriebe sind in diesem Hauptabschnitt überhaupt und besonders in diesen beiden Kapiteln so klar und einleuchtend dargestellt, daß jeder Landwirt, nicht nur der jüngere, sondern auch der ältere und erfahrene viel Belehrung und Anregung aus den Ausführungen Aereboes schöpfen kann.

So bin ich sicher, daß der Wunsch des Verfassers in Erfüllung gehen wird, daß diese Auflage der landwirtschaftlichen Betriebswissenschaft nur Freunde gewinnen möge, und schließe mich den folgenden Worten des Vorworts ganz an: „möge sie (d. i. diese Auflage) besonders mit dazu helfen, die Produktion des deutschen Volksbodens schnellstens zu steigern, die in diesem Boden verborgenen Schätze bald so weit zu heben, daß nicht große Teile des deutschen Volkes dem Hungertode ausgeliefert werden. Die Produktionssteigerung der deutschen Landwirtschaft ist nicht in erster Linie eine technische Frage oder eine Frage

der Organisation oder eine solche staatlicher Maßnahmen, sondern sie ist eine Frage des Wissens, Könnens und der Einsicht aller in der Landwirtschaft sich betätigenden Menschen. Diese zu fördern aber ist die hohe Aufgabe, die sich mein Buch gestellt hat. v. Seelhorst.

Die Kultur der Wiesen, ihr Wert, ihre Verbesserung, Düngung und Pflege. Ratgeber für Volks-, Land- und Forstwirte, Kulturtechniker, Meliorationsbeamte, sowie zum Gebrauch an allen landwirtschaftlichen Unterrichtsanstalten. Von Dr. W. Strecker, Professor an der Universität Leipzig. Vierte vollständig neubearbeitete Auflage. Mit 306 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, VIII u. 502 S. Grundzahl 10.

Der im Jahre 1914 erschienenen 3. Auflage der Kultur der Wiese ist jetzt die 4. Auflage gefolgt. Ich hatte die Besprechung der 3. Auflage in diesem Journal 1914, S. 382, auf die ich im übrigen verweise, mit den Worten geschlossen: „Verfasser spricht in dem Vorwort die Hoffnung aus, daß sein Buch gern gelesen wird. Ich zweifele nicht daran, daß seine Hoffnung sich erfüllen wird, denn sein Buch gibt in leicht faßlicher Art Antwort auf alle dem Wiesenwirt aufstoßende Fragen.“ Wenn die Neuauflage nicht so rasch erfolgt ist, wie ich damals angenommen habe, so ist dies m. E. auf den Krieg und seine Folgen zurückzuführen. Jetzt kommt sie bei dem großen Interesse dessen sich die Grünlandkultur erfreut, zu rechter Zeit. Sie enthält außer einer Anzahl Verbesserungen besonders eine etwas ausführlichere Besprechung der Düngungsversuche und neu eingeschaltet einen Abschnitt über Futterkonservierung. Das bewährte Buch wird sich in der neuen Auflage neue Freunde erwerben. v. Seelhorst.

Handbuch des Getreidebaus auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage von Dr. h. c. Franz Schindler o. ö. Professor an der deutschen technischen Hochschule in Brünn. Dritte sehr vermehrte und verbesserte Auflage. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1923, XVI und 530 S. Grundzahl 14.

Der zweiten Auflage des Handbuchs des Getreidebaus, die ich in diesem Journal 1922, S. 79 angezeigt habe, ist in dem kurzen Zwischenraum von $2^1/_2$ Jahren die dritte gefolgt. Schindler hat in der Zwischenzeit das Werk sorgfältig überarbeitet und durch Heranziehung älterer bisher nicht benutzter Literatur und der neuesten einschlägigen Arbeiten vervollständigt. So ist im allgemeinen Teil ein Abschnitt über Wintergetreide, Sommergetreide und Wechselgetreide eingeschaltet. Die Angaben über Züchtungs- und Landrassen sind vervollständigt, die Kapitel über Pflanzenschutz und über Auslese und Züchtung sind erweitert.

Eine besondere Berücksichtigung hat der Einfluß des Bodens und des Klimas auf die Gestaltung und die physiologischen Eigenschaften des Getreides gefunden, der bisher wenig beachtet ist.

Durch alles dies ist der vorliegenden dritten Auflage des Handbuchs dieselbe freundliche Aufnahme gesichert, die die zweite Auflage gefunden hat. Theoretischen und praktischen Landwirten wird sie nicht nur ein willkommenes, sondern sogar ein notwendiges Handwerkzeug bei ihren Arbeiten sein.

v. Seelhorst.

Erkennen und Bestimmen der Wiesengräser im Blüten- und blütenlosen Zustande, sowie ihr Wert und ihre Samenmischungen für Wiesen und Weiden. Anleitung für Land- und Forstwirte, Landmesser, Kulturtechniker und Boniteure von Hofrat Dr. W. Strecker, Professor an der Universität Leipzig. Neunte sorgfältig durchgesehene Auflage. Mit 164 Abbildungen und 9 Tafeln im Text. Berlin, Verlag von Paul Parey. Gebunden Grundzahl 3,4.

Wiesen- und Weidenbau stehen zurzeit im Vordergrund des landwirtschaftlichen Interesses. Ihr Erfolg ist zum großen Teil von der richtigen Zusammensetzung der Grasnarbe abhängig. Die Kenntnis der Wiesen- und Weidenpflanzen besonders der Gräser, ihres Aussehens, ihrer Eigenschaften und Bodenansprüche ist deshalb von großer praktischer Bedeutung. Diese Kenntnis vermittelt das vorliegende Buch, dessen Güte daraus hervorgeht, daß schon wieder eine neue Auflage nötig geworden ist. v. Seelhorst.

Die Züchtung kolonialer Gewächse Kokospalme, Ölpalme, Zuckerrohr, Reis, Hiersearten, Batate, Maniok, Zitrusarten, Tee, Kaffee, Kakao, Kola, Ölbaum, Sesam, Erdnuß, Rizinus, Baumwolle, Sisalagave und andere Faserpflanzen, China, Kautschukpflanzen herausgegeben von C. Fruwirth, zweite gänzlich neu bearbeitete Auflage mit 50 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1923, X u. 272 S.

Das angezeigte Buch ist der V. Band des von Fruwirth herausgegebenen Handbuchs der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Die zahlreichen von mir in der Ankündigung nicht genannten Mitarbeiter sind zu einem großen Teil Ausländer besonders Holländer, Amerikaner und Engländer, sowie von Deutschen Prof. Winkler, Geheimrat Busse und Prof. Fruwirth selbst. Daß das Buch einem Bedürfnis entsprang, erhellt daraus, daß die erste Auflage zwei Jahre nach dem Erscheinen Anfang 1914 vergriffen war. Damals war es erklärlich. Dem jungen Deutschland stand die ganze Welt offen. Besonders unsere Kolonien, die sämtlich sehr geeignet für den Anbau kolonialer Gewächse waren, übten eine starke Anziehung auf den deutschen Nachwuchs aus. Er verlangte aber nicht nur eine Anweisung zur Kultur dieser Gewächse, sondern wollte auch erfahren ob und inwieweit Züchtungsversuche resp. Erfolge an ihnen gemacht resp. vorhanden waren. Diese Kenntnis vermittelte ihm die erste Auflage des Buches. Der gute Absatz, der vorliegenden zweiten wird, wie ich hoffe, zeigen, daß trotzden infolge unserer jetzigen traurigen Verhältnisse die deutsche Betätigung im Ausland in hohem Maße erschwert ist, diese nach wie vor im hohen Maße stattfindet. v. Seelhorst.

Kulturtechnische Baukunde. Handbuch des Erd-, Wege-, Brücken- und Wasserbaus von Max Grantz, Geheimer Regierungs- und Baurat in Berlin. Ord. Professor a. d. technischen Hochschule in Berlin, fünfte neubearbeitete Auflage mit 4 Tafeln und 389 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1923, X u. 344 S. Gebunden Grundzahl 12.

Dieser jetzt in der fünften Auflage als Sonderdruck herausgegebene III. Band der kulturtechnischen Bücherei, begründet von Christian August

Vogler, soll wie der Verfasser in der Vorrede sagt „ein Handbuch zum Selbstunterricht und zum Gebrauch in der Praxis für den Kulturtechniker sein. Es geht somit weit darüber hinaus, was der Landwirt von Kulturtechnik verstehen muß, wird aber trotzdem manchem Landwirt durch die Aufklärung die es ihm über die eine oder andere ihm aufstoßende kulturtechnische Frage zu geben imstande ist, sehr willkommen sein. v. Seelhorst.

Jahresbericht für Agrikulturchemie. Vierte Folge, III 1920, herausgegeben von Prof. Dr. E. Mach, Direktor der staatl. Landw. Versuchsanstalt Augustenberg i. B. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1923. XXXI u. 534 S. Preis Grundzahl 22.

In dem vorliegenden Band berichten in der bisherigen Weise über Pflanzenproduktion: die Herren G. Bleuel, G. Bredemann, M. Heinrich (†), O. Nolte, Ch. Schätzlein, L. v. Wissel. Über Tierproduktion: C. Brahm, M. Kling, P. Lederle, F. Mach. Über landw. Nebengewerbe: Gärungserscheinungen: O. Krug, P. Lederle, Ch. Schätzlein, A. Stift. Über Untersuchungsmethoden: M. Kling, O. Krug, P. Lederle, F. Mach, O. Nolte, Ch. Schätzlein, A. Stift. Jeder Hauptabschnitt ist in verschiedene Unterabschnitte eingeteilt. So die Pflanzenproduktion in 2. A. Quellen der Pflanzennahrung und B. Pflanzenwachstum. Jede dieser Unterabteilungen ist weiter gegliedert, die Quellen des Pflanzenwachstums z. B. in Atmosphäre, Wasser, Boden und Düngung und jeder dieser Abschnitte ist weiter zerlegt. So z. B. die Düngung in a) Analysen von Düngemitteln, Konservierung, Streumittel, b) Versuchsmethoden und Grundlagen der Düngung, c) Düngungsversuche.

Über die wichtigsten Arbeiten sind von den Bearbeitern kurze Referate gemacht. Diesen schließen sich dann ausführliche Literaturangaben an.

Wie allgemein bekannt, ist der Jahresbericht ein unentbehrliches Handwerkszeug für jeden Agrikulturchemiker und wissenschaftlich gebildeten Landwirt, der eine Übersicht über die neuesten auf dem Gebiet der Agrikulturchemie herausgekommenen Arbeiten erlangen will oder haben muß. Diese Übersicht wird sehr erleichtert durch das Inhaltsverzeichnis am Eingang und ein Autoren- und Sachregister am Schlusse des Buches.

Somit ist das Erscheinen des neuen Bandes freudig zu begrüßen.

v. Seelhorst.

Berichte über Landwirtschaft, herausgegeben vom Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Neue Folge. Heft 1. Berlin, Verlag von Paul Parey. Grundzahl 2. (Auslandspreis Schw. Frs. 2,50.)

Diese Veröffentlichung bildet die Fortsetzung der früher vom Reichsamt des Innern herausgegebenen Berichte. Sie sollen besonders die Kenntnis der landwirtschaftlichen Verhältnisse des Auslandes verbreiten, aber auch wirtschaftliche und andere Fragen von allgemeiner Bedeutung der deutschen Landwirtschaft behandeln. Das vorliegende Heft enthält Berichte über das Internationale Landwirtschafts-Institut in Rom, die Agrarreform in Rumänien und die Landfrage in Finnland, sowie eine kurze Wiedergabe des Inhalts wichtiger Arbeiten des Institutes.

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA

Variabilitätsstudien beim Wiesenschwingel.[1]

Ein Beitrag zur Gräserzüchtung

von

Dr. phil. WALTHER FISCHER in Göttingen.

I. Zweck und Art der Untersuchungen und das Untersuchungsmaterial.

Für die Gräserzüchtung ist es von Wichtigkeit, zu wissen, welche Eigenschaften der Pflanzen überhaupt bei der Auslese zu berücksichtigen sind und in welcher Reihenfolge. Das kann man untersuchen durch Variabilitätsstudien und zwar auf folgende Weise:

1. Man prüft die Variabilitätsstärke jeder einzelnen Eigenschaft, d. h. man stellt ihren Variationskoeffizienten fest. Schaltet man dadurch, daß man diesen Koeffizienten nicht aus den Daten einzelner Individuen, sondern aus Mittelwerten von Klonen, Linien oder weniger gut auch von Stämmen und Zuchtsorten berechnet, die Modifikationen aus, so gibt der Variationskoeffizient ein Maß für die Verbesserungsfähigkeit der Eigenschaften bei der Auslesezüchtung. Er bestimmt damit nächst der Bedeutung einer Leistungseigenschaft als solcher mit die Rangfolge der Eigenschaften bei der Züchtung.

2. Man kann die Wechselbeziehungen zweier Eigenschaften untersuchen und sich daraus ein Urteil bilden, ob sich 2 gute Eigenschaften oft oder selten zusammenfinden, ob eine morphologische oder leicht bestimmbare physiologische Eigenschaft das Ausmaß einer schwerer bestimmbaren physiologischen Eigenschaft andeutet und ob nach Verlauf einer Züchtungsperiode eine durch-

[1]) Auszug aus der gleichbetitelten Doktordissertation.

geführte Zuchtrichtung ungewollt auf die Abänderung anderer Eigenschaften hingewirkt hat.

Bei der Berechnung von Wechselbeziehungen muß man wiederum dadurch, daß man mit Mittelwerten von Klonen, Linien oder weniger gut von Stämmen und Zuchtsorten, nicht mit Daten einzelner Individuen arbeitet, die Modifikationen und physiologischen Wechselbeziehungen auszuschalten bemüht sein. Das vorliegende Versuchsmaterial hat leider nicht erlaubt, die Berechnungen nur in dieser Weise anzustellen. Es ist aber versucht worden, die Modifikationen und physiologischen Korrelationen als solche zu erkennen, und es sollen bei Fortsetzung der Studien die Untersuchungen nur noch an Mittelwerten von Klonen vorgenommen werden.

Für die Berechnung der Korrelationen ist die BRAVAISsche Methode hauptsächlich angewendet worden; zur Sichtung des Materials kam außerdem die ORPHALsche[1]) Methode mit einer kleinen Abänderung in Frage. ORPHAL berechnet nur die Frequenzen der Varianten in den 4 Quadranten der Korrelationstabellen ohne die Lage der einzelnen Varianten in ihrem Quadranten zu bewerten. Er stellt die Frequenz in Quadrant I und IV der in Quadrant II und III gegenüber, setzt die größere von beiden in den Zähler und multipliziert mit 100. Schließlich gibt er positives Vorzeichen, wenn die Frequenz in I und IV überwiegt, sonst negatives. Die Multiplikation mit 100 habe ich fortgelassen und statt der Einführung des Vorzeichens habe ich stets die Frequenz in I und IV in den Zähler, die von II und III in den Nenner gesetzt; damit ist jeder echte Bruch als negative, jeder unechte als positive Korrelation anzusehen. Im einzelnen komme ich noch auf die Methode zurück.

3. Man kann, wenn man es bei Futterpflanzen mit mehrjährigen Gewächsen zu tun hat, die Ausmaße derselben Eigenschaft einer Pflanze in 2 verschiedenen Jahren vergleichen. Dieser Vergleich ist rechnerisch mit BRAVAIS' Methode der Korrelationsberechnung gut durchführbar. Der so gefundene Korrelationskoeffizient ist ein Maß für „die Treue der Eigenschaften". Wenn sich im Durchschnitt vieler Stämme Eigenschaften als wenig treu erweisen, so muß der Züchter ihnen besondere Aufmerksamkeit

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 67, 1907.

zuwenden, während bei großer Treue, d. h. geringer Modifizierbarkeit durch Außeneinflüsse und Wachstumsrhythmus weniger Sorgfalt erforderlich ist. So ist die Treue ein weiteres Moment für die Rangfolge der Eigenschaften bei der Züchtung.

Neben den genannten Studien kam die Sichtung des Versuchsmaterials in Frage und es mußten daher die Variations- und Treuekoeffizienten auch innerhalb der einzelnen Klone, Stämme und Sorten berechnet werden. Dieser Teil der Untersuchungen ist in dem vorliegenden Auszug jedoch vernachlässigt.

Das Versuchsmaterial wurde gewonnen aus 5 Parzellen, die 1920 im Demonstrationsgarten des Göttinger Versuchsfeldes angesät waren, als die D. L.-G. zu Sortenversuchen Samen von Lischower (Sorte 1), dänischem (Sorte 2), schlesischem (Sorte 3) Wiesenschwingel und Handelssaat der Firma Wedel in Berlin (Sorte 5) geliefert hatte, die noch mit englischem Wiesenschwingel (Sorte 4) verglichen wurden. Außerdem standen von der Göttinger Wiesenschwingelzüchtung (Sorte 6) 3 Mutterhorste (6 a, b, c) und deren Nachkommenschaften (7 a, b, c) zur Verfügung. Die Mutterhorste standen 1922 im 3. Jahre, waren also gleichaltrig mit den Pflanzen der Parzellen der Sorten 1—5.

Die 3 Mutterhorste gehörten 3 verschiedenen Stämmen (11, 12, 13) an, deren Ernten schon 1920 und 1921 verarbeitet waren. Die 3 Nachkommenschaften waren 1921 nach Vorzucht im Warmhaus ausgepflanzt, beobachtet und verarbeitet. Das diesbezügliche Material der Jahre 1920 und 1921 diente zusammen mit den Beobachtungen von 1922 vor allem als Unterlage für die Berechnung der Treue.

Von den obengenannten 5 Sortenparzellen und von den 3 Mutterhorsten 6 a, b, c wurden im Frühjahr 1922 Stecklinge gewonnen und diese in 4facher Wiederholung auf möglichst gleichmäßig bearbeitetem Land Ende April ausgepflanzt. Jede Sorte war je Wiederholung mit 30, zusammen also mit $4 \times 30 = 120$ Individuen vertreten, jeder Mutterhorst bezw. deren Klon mit $4 \times 10 = 40$ Individuen.

Die Stecklinge bestanden grundsätzlich aus nur einem starken Trieb, der mehr oder weniger schwache Bestockungstriebe zweiter Ordnung angesetzt hatte, die aber noch nicht selbst bewurzelt waren. Die einzelnen Horste, die später im Felde getrennt beobachtet und abgeerntet wurden, stellen daher zuverlässig nur je

ein Individuum dar. Sehr wahrscheinlich ist es aber, daß je mehrere Stecklinge einer einzigen Mutterpflanze angehörten und so innerhalb der Sorten 1—5 wie bei Sorte 6 Klone bildeten. Die Triebe waren nämlich großenteils innig miteinander verwachsen und es war nicht sicher festzustellen, wie weit sie nur einem Mutterhorst angehörten. Immerhin sind aber je Sorte viele solcher Mutterhorste zur Aufteilung gekommen.

Die Töpfe, auf denen die Stecklinge von Anfang März bis zum 20. April vorgezogen wurden, waren niedrige Vegetationsgefäße mit einem Bodengemisch von Lehm und reifem Kompost. Je Topf pflanzte ich 10 Stecklinge aus; die Töpfe hielt ich möglichst gleichmäßig feucht. Die Vorzucht auf den Töpfen bewirkte eine starke Bestockung und eine schnellere Entwicklung, als sie die Pflanzen auf den Prüfungsparzellen und im Zuchtgarten zeigten. Das war z. B. deutlich daran zu erkennen, daß von den Stecklingspflanzen die ersten schon am 18. Mai die Rispen aus der Scheide herausschoben, während die anderen Pflanzen noch weit zurück waren. Andererseits ließ die nachträgliche Bestockung, die durch das Umpflanzen hervorgerufen war, keine gleichmäßige Reife der Halme eintreten, und so erklärt es sich, daß die Stecklingsparzellen mit Ausnahme einiger früher Pflanzen, die zu starken Samenausfall hatten, erst am 20. Juli geschnitten werden konnten, während die Prüfungsparzellen am 9. Juli und die Stämme und Nachkommen der Göttinger Zucht bereits am 5. und 6. Juli abgeerntet wurden.

Zweifellos wurde durch die Behandlung der Stecklinge deren Bestockung sehr gefördert und die erwähnte ungleiche Reife der einzelnen Halme läßt vermuten, daß die Pflanzen sich anders als auf Wiesen oder Weiden entwickelten. Aber erstens ist ja bei allen Versuchen mit Gräsern diesen schwerlich einen Standort zu schaffen, der dem entspricht, den die Pflanzen im dichten Mischbestande einnehmen, und dann waren auch nach meiner Beobachtung gerade die Stecklingspflanzen auf den Versuchsparzellen in ihrem Habitus viel eher Graspflanzen auf der Wiese ähnlich, als es Gräser im Zuchtgarten zu sein pflegen.

Pflanzen, die nach dem Versetzen kümmerten oder eingingen — es handelte sich nur um wenige, die meisten Stecklinge hatten sich in den Töpfen gleich gut bewurzelt und gediehen auch im Felde — wurden durch Randpflanzen, die von vornherein sorten-

weise getrennt und als Reservepflanzen vorgesehen waren, ersetzt, während für diese wiederum Ersatz aus überzähligen Stecklingen beschafft wurde, die noch auf den Töpfen standen.

Ein zweiter Schnitt konnte von den Stecklingspflanzen sowohl wie von den Nachkommen am 6. September genommen werden. Die Versuchspflanzen stehen noch zu Beobachtungen in den nächsten Jahren auf dem gleichen Standort wie 1922.

II. Besprechung der untersuchten Eigenschaften und deren Bemessung.

Durch die Literatur der Gräserzüchtung zieht sich wie ein roter Faden die übereinstimmende Beobachtung aller Züchter über den großen Formenreichtum. Infolgedessen kommt neben oder vor der Veredelungszüchtung, die nur die Leistungseigenschaften berücksichtigt, eine Trennung der Formenkreise in Frage und Prüfung darauf, welcher von ihnen am leistungsfähigsten ist. Auf jeden Fall dürfen an Pflanzen, die bisher so wenig züchterisch bearbeitet wurden wie die Gräser, die morphologischen Merkmale nicht unberücksichtigt bleiben, denn ihre Vernachlässigung kann ein Außerachtlassen schneller Zufallserfolge bedeuten. In Studien über die Variabilität und besonders über die korrelative Variabilität der Eigenschaften einer Pflanze gewinnen die morphologischen Merkmale besondere Bedeutung; sollen doch diese Studien sie als wichtig oder unwichtig für die Züchtung charakterisieren. — Die Literatur über Gräserzüchtung ist noch wenig spezialisiert und die Angaben, die sich auf Wiesenschwingel beziehen, sind nicht umfangreich. Es mußte deshalb untersucht werden, ob nicht Beobachtungen über Formunterschiede, die an anderen Gräsern gefunden waren, auch bei Wiesenschwingel auftreten und welche Bedeutung sie bei ihm haben. — Eine scharfe Trennung morphologischer und physiologischer Merkmale ist oft nicht möglich; ich ziehe es deshalb vor, die Eigenschaften nach den Bestandteilen der Pflanze geordnet aufzuführen.

Die Futterpflanzen werden im ganzen verbraucht, deshalb steht bei ihnen mehr als bei andern Pflanzen das Gesamtgewicht bei der Ernte im Vordergrund des Interesses. Das Gewicht wird entweder bei der Ernte frisch oder bei der Verarbeitung lufttrocken festgestellt oder es werden beide Gewichte notiert und

gleichzeitig die Beziehung „Trockengewicht durch Frischgewicht" = Trockenanteil in Prozenten ausgerechnet. Auf die Bestimmung des Trockenanteils legen u. a. FRECKMANN[1]) und LANG[2]) Wert. Der Trockenanteil ist auch hier berechnet, ich bin aber der Ansicht, daß er vernachlässigt werden kann, da er abgesehen vom Standort in erster Linie abhängig sein muß vom Reifestadium zur Schnittzeit und davon, wie stark einerseits die saftigeren Blätter, andererseits die trockneren Halme und Rispen am Ertrage beteiligt sind. Da deren Anteil und die Entwicklungsgeschwindigkeit weitere besondere Auslesemomente darstellen, halte ich es nicht für richtig, den vor allem aus diesen Auslesemomenten resultierenden Trockenanteil nochmals gesondert ins Auge zu fassen. Der Trockenertrag, absolut gemessen, muß aber aufgeführt werden, da er nicht nur Hauptziel ist, — darin könnte ihn ja nach dem Gesagten auch der Frischertrag vertreten — sondern da er bei der Verarbeitung die Grundlage für alle weiteren Ermittlungen sein muß wie für Blatt- und Kornanteil usw. — Blätter und Körner lassen sich besser von den trockenen Pflanzen abtrennen, auch fehlt bei der Ernte meist Zeit und Ausrüstung für derlei Beobachtungen im Freien; schließlich aber ist der Wassergehalt bei der frischen Masse in den einzelnen Teilen zu verschieden, als daß man sie in Beziehung zueinander setzen könnte, ohne Pflanzen unrecht zu tun, die etwas später in der Entwicklung sind. — Der Trockenanteil schwankt bei den Blättern, die unser besonderes Interesse haben, sehr viel stärker als bei den anderen Bestandteilen der Pflanze. Wollte ich daher an frischen Pflanzen den Blattanteil messen, so würde ich Pflanzen mit sehr saftigen Blättern zu gut einschätzen, und wollte ich das Blatttrockengewicht auf den Frischertrag beziehen, so würde ich Pflanzen mit sehr saftigen Blättern die beim Trocknen mehr als andere Pflanzen an Gesamtgewicht verlieren, zu ungünstig stellen, sofern ich nicht diese Blattanteilsberechnung durch einen Zusatz über den Wassergehalt der Blätter ergänzen würde. Alles ist sehr viel umständlicher und ungenauer, als wenn man alle Wägungen erst an der lufttrockenen Pflanze vornimmt, die in ihren verschiedenen Bestandteilen ähnlich viel Wasser enthält. Um diese

[1]) Mitt. der D. L.-G. 1921, S. 550ff.
[2]) Beitr. zur Pflanzenzucht Heft 2, 1912, S. 96ff.

Ausführungen zahlenmäßig belegen zu können, habe ich außer dem Trockenanteil des Gesamtertrages bei je einer Wiederholung aller Sorten und Klone den Trockenanteil der Blätter, Halme und Rispen für sich berechnet, diese Teile also von den frischen Pflanzen abgetrennt, frisch gewogen und in Beuteln aufgehoben zur Verarbeitung lufttrocken wie bei den übrigen Wiederholungen.[1]) Die Ergebnisse rechtfertigen meine Ausführungen.[2]) Vor allem die Rispen, die mit den Halmen zusammen den Blättern bei Berechnung des Blattanteils gegenüber stehen, enthalten sehr viel weniger Wasser als die Blätter, und ihr Wassergehalt variiert nur $^1/_2$ bis $^2/_3$ so stark wie derjenige der Blätter.

Nachdem Zade bei Knaulgras[3]) und Freckmann bei Lieschgras[4]) nachwies, daß die chemische Zusammensetzung und der Anteil an verdaulichen Nährstoffen bei den einzelnen Zuchtstämmen weitgehend verschieden ist, hat man daran gedacht, auch die chemische Analyse bei der Verarbeitung der Gräser in Anwendung zu bringen. Andererseits ist zuverlässig bekannt, daß die Blätter bei allen Gräsern einen höheren Nährstoffgehalt als die festen rohfaserreichen Halme haben,[5]) und Zade[6]) betont auch, daß die nährstoffreichsten Stämme die blattreichsten waren. Man kann sich deshalb die chemische Analyse ersparen, wenn man hohen Blattanteil unter die Zuchtziele aufnimmt.

Nach dem ersten Schnitt treiben die meisten Gräser und auch Wiesenschwingel wenig Halme nach, bilden aber viele Blätter. Das Grummet ist deshalb besonders nährstoffreich,[5]) und auf seinen Ertrag, hier Nachwuchs genannt, ist neben dem Ertrage aus dem ersten Schnitt größter Wert zu legen. Die Stärke des Nachwuchses hängt allerdings hauptsächlich von der Versorgung der Pflanzen mit Wasser und Stickstoff ab;[7]) aber die Züchtung kann auch ihr Teil beitragen. So verlangt Witte für seine für Weiden

[1]) Die frischen Gewichte wurden auf der Korantschen Zeigerwage bezw. die Blattfrischgewichte der einen Wiederholung auf einer guten Briefwage auf halbe Gramm genau notiert.

[2]) Vgl. M. und v. bei den Trockenanteilen der einzelnen Bestandteile. (Tabelle 2—9.)

[3]) Heft 305 der D. L.-G., S. 67.

[4]) Mitt. der D. L.-G. 1921, S. 550ff.

[5]) Strecker, Erkennen u. Bestimmen der Wiesengräser, S. 10.

[6]) Heft 305 der D. L.-G., S. 66 und Jahrb. der D. L.-G. 1918, S. 139.

[7]) Freckmann, Mitt. der D. L.-G. 1921, S. 550.

gezüchteten Gräser besonders schnelles Nachwachsen.[1]) — Der Nachwuchs ist hier nur frisch gewogen, weil das Zahlenmaterial zu sehr anzuwachsen drohte; da er vorwiegend aus Blättern besteht, ist von seinem Trockengewicht auch kein wesentlich anderes Resultat zu erwarten.

Der Wiesenschwingel gilt sowohl als Wiesen- wie als Weidegras. Je nach der verschiedenen Nutzung kann man eine besondere Entwicklung als Zuchtziel anstreben. Zunächst handelt es sich dabei um die Zeit und Schnelligkeit der Entwicklung; auf Weiden kann die Entwicklung nicht früh genug beginnen, dabei sollen die Pflanzen aber erst spät und wenig Halme bilden. Auf Wiesen kann eine spätere Entwicklung deshalb erwünscht sein, weil die Schnittzeit allen Gräsern des Gemisches Rechnung tragen muß; zu schnelles Wachsen eines Grases kann die Unterdrückung anderer guter Gräser bedeuten und dazu führen, daß bei der Ernte, die das Stadium aller Gräser berücksichtigt, das in Frage stehende Gras schon hart ist. Die Schnelligkeit und der Beginn der Vegetation kann beobachtet werden zu fünf Zeitpunkten. Man kann erstens im März an bestimmten Tagen alle Pflanzen vergleichen und schätzen, welche am weitesten sind. Dabei wird aber, so sehr man sich bemüht, objektiv zu urteilen, die allgemeine Üppigkeit, die sich in starker Bestockung ausdrückt, leicht als frühe Entwicklung angesprochen. Die Beurteilung wird mit einem Punktiersystem etwa von 1 sehr gut bis 5 sehr schlecht erfolgen. Sie ist auch hier ausgeführt, jedoch nur bei den Nachkommenschaften pflanzenweise; bei den Stecklingspflanzen lag die Zeit des Auspflanzens zu spät für die Beurteilung im Felde, und in den Töpfen konnte nur sorten- und klonweise die Bonitierung durchgeführt werden. — Ein zweiter Termin für die Beurteilung der Entwicklungsgeschwindigkeit ist das Schossen. Da dieses jedoch an den einzelnen Trieben einer Pflanze nicht am gleichen Tage beginnt und sich überhaupt bei jeder Pflanze über mehrere Tage hinzieht, ist es sehr schwer, jeder Pflanze ein objektives Zeugnis auszustellen. Es läuft meist darauf hinaus, daß man sich Notizen macht wie: „am 1. April Pflanze R. 56/7, 59/3 geschoßt, am 3. April der ganze Stamm geschoßt bis auf Pflanze R. 57/9 und 61/5.“ Diese Angaben sind zu Vergleichen zwischen den

[1]) Zeitschr. für Pflanzenzüchtung Bd. 4, S. 120.

Stämmen und Klonen bei nicht besonders ausgesprochenen Unterschieden unbrauchbar, wenn die Hauptzahl von Individuen anderer Stämme und Klone auch etwa am gleichen Tage hier am 3. April schoßt. — Besser ist die Beurteilung des Zeitpunktes möglich, zu dem die Pflanzen die Rispenspitze zuerst aus der Blattscheide herausschieben. Dieses Rispenschieben ist hier in folgender Weise bei jeder Pflanze unter dem Begriff „Schoßzeit" notiert: Den Tag, an dem ich die ersten Rispenspitzen überhaupt bei einer Pflanze beobachtete, nannte ich 0 und zählte von ihm aus die Tage, an denen die andern Pflanzen die Rispen schoben. Genau so wurde bei der Beobachtung der Blütezeit verfahren. Als letztes kann man noch die Reifezeit festzustellen versuchen, jedoch ist diese abgesehen von extrem verschiedenen Stämmen, da sie sich nicht auf einen Tag fixieren läßt, kein geeigneter Vergleichsmaßstab. Zeit des Schossens, Rispenschiebens und Blühens kann und wird oft in ziemlich gleichem Abstande sich folgen, indes ist das nicht unbedingt nötig, Zade erwähnt, daß er bei Knaulgras Stämme gefunden habe, die sich früh entwickeln, aber spät schossen und daß diese besonders nährstoffreich seien, da sie zur Schnittzeit wenig kieselige Stengel im Ertrage enthielten.[1])

Der Ertrag hängt wesentlich ab von der Stärke der Bestockung. Diese wird durch Zählen der Triebe im Frühjahr festgestellt, ein sehr mühsames Verfahren, das außerdem, wenn die Gräser wie im Zuchtgarten oder bei Versuchen einzeln stehen und genügend Licht erhalten, kaum ein anderes Resultat ergibt als das sowieso erforderliche Zählen der Halme bei der Ernte bezw. Verarbeitung. Bei starker Belichtung läßt nämlich jeder im Frühjahr vorhandene fertig ausgebildete Trieb einen Halm schossen; nicht geschoßte Triebe in der Erntemasse sind meist erst später ausgebildet und finden auch nur im Blattanteil Berücksichtigung. Man würde sie beim Zählen der Triebe im Frühjahr sowieso nicht mitgerechnet haben. Strecker nennt diese Triebe „sterile Blattbüschel";[2]) sie sind das Charakteristikum mehrjähriger Gräser und „sichern das Fortbestehen des Grases für die nächste Vegetationsperiode". In dieser lassen sie nämlich Halme schossen und aus ihren Bestockungsknoten neue zunächst sterile

[1]) Jahrbuch der D. L.-G. 1918 S. 139 ff. und Heft 305 der D. L.-G. S. 65.
[2]) Strecker, Erkennen usw. S. 26, 27 und 29.

Blattbüschel erwachsen. Durch den ersten Schnitt werden zwar bei Wiesenschwingel einige dieser sterilen Blattbüschel schon im gleichen Jahre zur Halmbildung zum zweiten Schnitt veranlaßt, die meisten ruhen aber aus und schossen erst nach der Winterruhe.[1][2])

An dem Bestockungsknoten, der Knotenanhäufung der Triebe nahe der Bodenoberfläche werden wie eben erwähnt für die folgende Vegetationsperiode neue Seitentriebe, Laubsprosse angelegt. Der unterirdische Teil der Seitentriebe, von STRECKER „Erdstamm" genannt, kann kurz sein und steil hoch wachsen wie bei den sogenannten horstbildenden Gräsern oder er kann lang sein und schräg nach oben oder sogar horizontal wachsen und sogenannte unter- oder oberirdische Ausläufer bilden. Ausläuferbildung kommt bei Wiesenschwingel nicht vor, wohl aber steht der kurze Erdstamm verschieden steil und dadurch bekommt der Horst ein verschiedenes Aussehen. Stehen die Erdstämme sehr steil, so wachsen die Triebe dicht beieinander, andernfalls werden lockere Horste gebildet mit wenig Trieben je Flächeneinheit. Diese „Triebdichte" kann man im Frühjahr schätzen und das habe ich bei den Nachkommen, die sich allein für eine Beurteilung in dieser Hinsicht eigneten, getan, während ich die Stecklingspflanzen, die ihre Bestockung erst durch das Umpflanzen erfuhren, in dieser Beziehung unbeurteilt ließ. Ich unterschied zwischen 1 = dicht, 2 = locker und 3 = hohl. Hohl waren alle Horste, die nur an der Peripherie Triebe hatten, deren Seitentriebe also besonders stark nach außen strebten, und in der Mitte, wo die abgestorbenen Erdstämme und Stoppeln des Vorjahres lagen, gar nicht mehr auftraten. Wie alle Beurteilungsmethoden, bei denen Metermaß und Wage fehlen, hat dieses Verfahren seine Mängel und ich habe daher außerdem später die Halmdichte errechnet, die mit der Triebdichte sich nach dem über die Bestockung und Halmbildung Gesagten ziemlich decken muß. Die Berechnung bestand darin, daß ich den Horstumfang in Zentimeter nach dem ersten

[1]) STRECKER, Erkennen usw. S. 26, 27 und 29.

[2]) Bei der Behandlung der Stecklinge sprach ich von im Frühjahr vorhandenen unfertigen Bestockungstrieben 2. Ordnung. Das sind diejenigen, die normal im gleichen Jahre nur sterile Blattbüschel ausbilden. Nur durch das 2malige Umpflanzen kamen sie bei den Stecklingen noch im gleichen Jahr zum Schossen.

Schnitt mit Bandmaß feststellte ($2\,r\,\pi$), diese Zahl quadrierte, um entsprechend der Kreisfläche ($r^2\,\pi$) ein Flächenmaß zu gewinnen, und die Halmzahl auf dieses Flächenmaß bezog. Also Halmdichte gleich $\frac{\text{Halmzahl}}{4\,r^2\,\pi^2}$. Daß bei dieser Methode die Halmdichte je Quadratzentimeter $^1/_4\,\pi$ zu klein ist, da die Multiplikation mit $4\,\pi$ unterblieb, ist klar, aber als relatives Vergleichsmaß ist die nach dieser Formel bei allen Pflanzen in gleicher Weise berechnete Halmdichte brauchbar. Daß ich den Horst als kreisrund annahm, mag zwar in einzelnen Fällen einen Fehler bewirken, ist aber wohl meistens berechtigt. Genau wie die Halmdichte, habe ich auch die Ertragsdichte $= \frac{\text{Trockenertrag}}{4\,r^2\,\pi^2}$ berechnet. Sie geht mit der Halmdichte parallel (Symplasie), sie ist aber, wenn man auf dichte Horste mit viel Blatt- und wenig Halmtrieben züchtet, als Maßstab für die Bestockung vielleicht geeigneter.

Wie die Erdstämme, so können auch die Triebe über der Erde, steil oder mehr flach stehen. Der Horst ist danach einmal steil aufrecht, das andere Mal mehr gebreitet und flach. Diese Unterschiede sind bei fast allen Gräsern, die züchterisch bearbeitet werden, beobachtet, so u. a. von Raum bei Knaulgras,[1]) von Hessing bei Lolium,[2]) von Freckmann bei Wiesenrispengras.[3]) Die Züchter sprechen danach von Mäh- und Weidetypen (Freckmann) oder davon, daß Obergräser „fakultativ die Rolle eines Untergrases spielen".[4]) Broili fügt hinzu,[4]) „ob dieses Verhalten", nämlich niederer Wuchs, „aber günstig ist, ist vorderhand nicht zu entscheiden, weil ausschlaggebend für den Titel Untergras die Fähigkeit ist, im Schatten zu wachsen und hier ein reichliches und gutes Futter zwischen den weniger dankbaren Sonnenkindern zu geben." Mit anderen Worten muß vor der Züchtung eines Obergrases zum Untergrastyp feststehen, daß das künstlich erzüchtete Untergras mit anderen Untergräsern konkurrieren kann, die von Natur dazu geschaffen sind. Die Unterscheidung von steilen Mäh- und gebreiteten Weidetypen (Freckmann) geht meist nicht

[1]) Ill. landwirtsch. Ztg. 1915, S. 69.
[2]) Zeitschr. für Pflanzenzüchtung Bd. 7, S. 55 ff.
[3]) Mitt. d. D. L.-G. 1921, S. 550 ff.
[4]) Broili, Fühlings landw. Ztg. 1914, S. 33.

so weit, daß sie aus Obergräsern Untergräser züchten will; aber auch diese weniger unterschiedenen Wuchsformen bedürfen genauester Prüfung auf ihre Eigenschaften, ehe sie als wertvoller für eine bestimmte Nutzung hingestellt werden können. — Daß die verschiedene Wuchsform erblich ist, hat u. a. CLAUSEN bei englischem Raygras nachgewiesen.[1]) Aber HESSING sagt nach seinen Untersuchungen an Lolium,[2]) daß der platte niedrig wachsende Typ in der Minderheit bleibt. — FRECKMANNS Beobachtungen und Züchtungen für Mäh- und Weidetypen beziehen sich hauptsächlich auf Rispengras. Nach v. RÜMKERS Berichten[3]) unterscheiden aber die Amerikaner auch bei Lieschgras diese beiden Typen. —

Für die Beurteilung der Wuchsform hat HESSING folgendes Schema eingeführt:[2])

1. — niedriger plattwachsender Typ.
2. U u-förmiger mehr breit wachsender Typ.
3. V steiler v-förmig wachsender Typ.

Diese drei Abstufungen sind auch hier benutzt, aber ich arbeite mit Zahlen von 1 (platt, gebreitet) bis 3 (steil) und mit den Zwischenstufen 1 — 2, 2, 2 — 3. — Die verschiedene Wuchsform kommt deutlich nur nach dem Schossen zum Ausdruck. Im Nachwuchs konnte ich daher die einzelnen Typen kaum unterscheiden. Bei einem Versuch, die Beurteilung auch im Nachwuchs vorzunehmen, stellte ich fest, daß meine Beobachtungen vom Frühjahr sich nur in 33% der Fälle mit der Beurteilung am Nachwuchs deckten. Außerdem hatte ich schon bei den Stecklingen in den Töpfen beobachtet, daß diejenigen, die später platten Wuchs zeigen, ihre Triebe wie durch eine Drehung der äußeren Blattscheide herunterdrückten. Man sah diesen Stecklingen an, daß die Riefen der Scheiden in schwach angedeuteten Spiralen um den Trieb herumliefen. Versuche, durch neues Einpflanzen der Stecklinge diese aufzurichten, waren erfolglos; nach wenigen Tagen wuchsen die Triebe wieder in mehr schräger und seitlicher Richtung. Es wäre gut denkbar, daß das spiralige Wachsen der Scheidenblätter die Wuchsform der Triebe bestimmt. — Die Halme

---

[1]) Deutsche landw. Presse 1917, S. 318/19.
[2]) Zeitschr. für Pflanzenzüchtung Bd. 7, S. 55 ff.
[3]) Jahrb. der D. L.-G. 1910, S. 310.

aus solchen Trieben verlaufen später bis zum untersten sichtbaren Halmknoten mehr horizontal und steigen danach erst senkrecht auf. Diesen verschiedenen „Halmverlauf" habe ich auch noch mal beobachtet und wie die Wuchsform beurteilt mit den Zahlen 1 flach bis 3 steil. Die diesbezüglichen Beobachtungen halte ich für zuverlässiger als die obengenannte Beurteilung der Wuchsform. Beide Beobachtungen decken sich aber meistens.

Die seitlichen Triebe, „die in den Achsen[1]) der unteren Blätter aussprossen", können entweder innerhalb der Blattscheide (intravaginal) nach oben wachsen oder sie durchbrechen die Blattscheide und wachsen dann extravaginal.[1]) Beide Entstehungsarten von Seitentrieben kommen bei Wiesenschwingel vor. Pflanzen ohne intravaginale Triebe bezw. ohne die Fähigkeit solche zu bilden, gibt es scheinbar nicht. Jedenfalls möchte ich ein Fehlen der intravaginalen Triebe sehr vorsichtig beurteilen. (Standortsmodifikation.)

Ausdauer und Winterhärte sind zweifellos Eigenschaften, die im Vordergrunde des Interesses stehen müssen; bei dieser sich wesentlich auf nur ein Beobachtungsjahr erstreckenden Arbeit mußte ich sie unberücksichtigt lassen.

Die von vielen Züchtern geforderte Beobachtung der Gräser auf ihr Verhalten in Mischbeständen scheitert meist an der Schwierigkeit der Versuchsanstellung. Wenn Pflanzen sich als frohwüchsig erweisen, darf man mit einiger Sicherheit annehmen, daß sie auch neben kräftigen Nachbarn sich zu behaupten verstehen. Dazu gehört aber auch eine gute Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten. Wiesenschwingel wird im ersten Schnitt sehr wenig, dafür aber im zweiten Schnitt stärker als andere Gräser von Rost befallen. Starker Rostbefall setzt die Qualität des Futters bedeutend herab und läßt die Pflanzen, indem er sie ihrer Assimilationskraft mehr oder weniger beraubt, keine Reservestoffe aufspeichern, aus denen sie die Kraft zum Nachtreiben schöpfen. — Auf meinen Parzellen trat Schwarz- bezw. Thimotheerost und Kronenrost im Nachwuchs auf. Eine Trennung der Rostarten bei der Beurteilung der Anfälligkeit war aber nicht durchführbar. Vollständig rostfreie Pflanzen wurden mit 0, vollständig befallene mit 4 bezeichnet und dazwischen drei Mittelstufen 1, 2, 3 gebildet.

---

[1]) Strecker, Erkennen usw. S. 30.

— Wieweit Widerstandsfähigkeit gegen Rostbefall vererbt wird, ist bisher bei den Gräsern noch nicht genau festgestellt. Immerhin sind wie bei Getreide einige Sorten als besonders rostanfällig — amerikanischer Wiesenschwingel — andere als weniger stark befallen — rheinischer und dänischer Wiesenschwingel [1]) — bekannt und es dürfte ziemlich rostimmune Stämme geben,[2]) wenn auch FRECKMANN[3]) betont, daß er absolute Festigkeit gegen Rostbefall bisher bei keinem Grase habe beobachten können. Die Beurteilung erfordert vieljährige Beobachtungen, wie sie hier nicht vorliegen.

In engster Beziehung zu ihrem Ertrage steht nach allen bisherigen Beobachtungen an Kulturpflanzen das Bewurzelungsvermögen. „Eine geringe Bewurzelung bedingt eine weniger reichliche Versorgung mit Wasser und daher auch eine schwächere Nahrungszufuhr.“[4]) So betont denn auch schon LANG[5]), daß man bei der Gräserzüchtung die Bewurzelung als Auslesemoment im Auge behalten müsse. Die gleiche Ansicht vertritt BROILI[6]). Aber bei der Auslese auch der Bewurzelung Rechnung zu tragen, ist sehr schwierig und ZADE vertritt die Ansicht, daß die Auslese nach Feuchtigkeitsansprüchen wahrscheinlich schon dasselbe bedeute und erfülle.[7])

Nächst dem Ertrage und allem, was mit ihm zusammenhängt, spielen die Blätter als die nährstoffreichsten zartesten Teile der Gräser die Hauptrolle. Die Blätter kann man an den trockenen Pflanzen leicht getrennt gewinnen, indem man sie mit den Fingern wie mit einem großen Kamm abstreift; dazu hält man die Pflanze oben an den Halmen fest. Bei alten Pflanzen mit zahlreichen Halmen kann man sich zum Abstreifen der Blätter ein Nagelbrett anfertigen und durch dieses wie durch einen Riffelkamm die unteren Halmenden scharf durchziehen. — Es wird dann das Lufttrockengewicht der Blätter festgestellt und in Beziehung zum Trockenertrag gesetzt (Blattanteil). Ein Unterschied zwischen den

---

[1]) STEBLER, Jahrbuch der D. L.-G. 1908, S. 329.
[2]) WITTE, Fühlings landw. Ztg. 1911, S. 473.
[3]) Mitt. der D. L.-G. 1921, S. 550 ff.
[4]) VASTERS, Fühlings landw. Ztg. 1913, S. 809 ff.
[5]) Beiträge zur Pflanzenzucht 1912, S. 96.
[6]) Fühlings landw. Ztg. 1914, S. 27 ff.
[7]) Jahrbuch der D. L.-G. 1918, S. 139 ff.

Blättern nahe der Wurzeln und denen am Halme (Wurzel- bezw. Halmblätter)[1]) ist hier nicht gemacht. Bei züchterischer Verarbeitung wird das auch kaum nötig sein. Bei Wiederholung solcher wissenschaftlicher Arbeiten kann aber doch die Trennung dieser Blattarten erwünscht sein.

Broili will zur Feststellung der morphologischen Unterschiede ferner Zahl, Größe, Farbe, Behaarung der Blätter und ihre Stellung am Halme festgestellt haben.[2]) Diese Beobachtungen erfordern aber bei einer großen Pflanzenzahl wie hier mehr Personal; ich habe mich deshalb auf Blattfarbe und Blattbreite beschränkt. Bei beiden Eigenschaften ist die Beurteilung nur dann zuverlässig, wenn man mit einem objektiven Maßstab arbeitet, Schätzung führt zu leicht irre. Bei der Blattbreite täuscht ein Horst mit weniger weit entwickelten Trieben und spitz aufrecht stehenden Blättern immer geringere Blattbreite vor als ein weiter entwickelter Horst mit dazu schlaff herunterhängenden Blättern. Nur der Millimetermaßstab kann da entscheiden. Und zwar sind hier je Pflanze 10 vollständig ausgebildete Blattspreiten am Blattgrunde gleich oberhalb der Ligula gemessen. 10 Messungen je Pflanze ist sehr wenig, aber ich nahm die Messungen erst am Nachwuchs vor, als mir nur wenig ausgewachsene Blätter zur Verfügung standen. Vorher waren mir die Unterschiede der Blattbreiten an jeder einzelnen Pflanze zu groß, und die späte Beurteilung hatte den Vorteil, daß ich überall nur Wurzelblätter zu messen bekam; die Halmblätter zeigen ein besonderes Verhalten und hätten für sich beurteilt werden müssen. — Aber über die Bedeutung dieser Unterschiede herrscht große Meinungsverschiedenheit. Hackel[3]) sagt über Unterschiede der Blätter: „Bei Feuchtigkeit und im Schatten entwickeln sich die Pflanzen derart, daß Halm und Blatt länger und dünner werden." Hessing sagt von Lolium:[4]) „Die Blattbreite variiert stark und nimmt an den gleichen Pflanzen mal von unten nach oben, mal umgekehrt zu." Trotzdem ist anzunehmen, daß die Blattbreite auch wesentlich mitbestimmt wird von Erbfaktoren und daß es bei guter Isolierung der verschiedenen Formen möglich ist, schmal- und breitblättrige

[1]) Strecker, Erkennen usw. S. 34.
[2]) Fühlings landw. Ztg. 1914, S. 27 ff.
[3]) Monographia fest. usw. S. 51.
[4]) Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 7, 1920, S. 55 ff.

Stämme zu züchten, wie es RAUM[1]) bei Poa pratensis gelungen ist, eine schmal- und eine breitblättrige Abart konstant zu erhalten.

Unterschiede in der Blattfarbe erklärt HACKEL folgendermaßen:[2]) „Lebhaft grüne Färbung tritt ein, wenn das Mesophyll die übrigen Gewebe an Masse übertrifft und dabei die Epidermis zart ist. Bei dicker Epidermis sind die Blätter mehr graugrün" und „Halm und Blatt lassen bei Feuchtigkeit und im Schatten die grünen Pallisadenzellen besser und dunkler grün durchscheinen."

Die Bedeutung der Blattfarbe wird sehr verschieden beurteilt. ZADE räumt der Blattfarbe bei Glatthafer eine Bedeutung insofern ein, als er die hellgrünen Pflanzen für rostanfälliger hält.[3]) RAUM hat bei Wiesenfuchsschwanz[4]) eine hellgrüne frohwüchsige und eine dunkelgrüne weniger wüchsige Form unterschieden. BAUMANN[5]) unterscheidet andererseits beim Schweizer Fromenthal (Glatthafer), der in Aderstedt gezüchtet wurde, eine dunkelblattrige rascher wachsende, aber später reifende Form gegenüber den hellblättrigen. — FRECKMANN mißt der Blattfarbe keinen besonderen Wert bei.[6])

Beim Wiesenschwingel gewinnt die Blattfarbe an Interesse, seit KAJANUS (Weibullsholm) über die Genetik des Chlorophylls bei Wiesenschwingel folgendes veröffentlicht hat:[7]) „Es gibt eine Anlage A für hellgrüne und eine allein nicht wirksame Verstärkungsanlage B, die mit A zusammen normales Grün gibt. Die hellgrünen Pflanzen scheinen weniger lebensfähig zu sein, da sie in geringerer Zahl als erwartet auftreten." Eine meiner Pflanzen war ein ganz auffallend helles Exemplar und hob sich sehr deutlich ab. Diese Farbenkontraste erhielten sich im Gegensatz zu anderen Pflanzen, die man bisweilen 8 Tage später ganz anders als beim erstenmal einschätzt. Anfang November verglich ich nochmal

---

[1]) Ill. landw. Ztg. 1920, S. 26.
[2]) Monographia fest. usw. S. 51.
[3]) Jahrbuch der D. L.-G. 1918, S. 39.
[4]) Ill. landw. Ztg. 1915, S. 69.
[5]) Beitr. zur Pflanzenzucht Heft 1, S. 62.
[6]) Mitt. der D. L.-G. 1921, S. 550 ff.
[7]) Referat in Zeitschr. für Pflanzenzüchtung Bd. 8, S. 251.

die Blätter der beiden gegensätzlich grünen Pflanzen und fand meine Beobachtung vom April bestätigt. — Im März hatte ich die Blattfarbe bei den Nachkommenschaften zunächst geschätzt, 1 hell bis 3 dunkelgrün. Später führte ich dann aber, wie Westermeier es für seine Untersuchungen am Weizenblatt beschreibt,[1]) eine Farbenskala als Unterlage für Messungen ein. Ostwalds Farbenatlas, nach dem ich am bequemsten mir die richtigen Farbtöne hätte aussuchen können, stand mir damals leider nicht zur Verfügung. Ich malte mir damals deshalb selbst eine Skala nach einigen Blattproben. Die ähnlichsten Farben erzielte ich mit einer Mischung aus gelb + blau + braun + zinnober; die Farbenextreme meiner Skala waren aber größer als bei den Pflanzen und es kommen in der Beurteilung nur die Farbtöne 2,5 bis 5 mit Zwischenstufen in Anwendung. Die einzige Ausnahme machte die oben genannte hellgrüne Pflanze (R. 71/5), die nach der Skala den Farbenton 2 aufwies. Die Messung selbst nahm ich derart vor, daß ich die Sonne im Rücken und die beobachtete Pflanze beschattend die Skala hinter die Pflanze oder einzelne Blätter derselben hielt und die Übereinstimmung der Farben der Skala und der Pflanze schätzte. — Auf Westermeiers Beobachtungen komme ich bei Besprechung der Ergebnisse der Variabilitätsrechnung zurück.

Bei den Halmen stellte ich außer der Eigenschaft „Halmverlauf", von der ich oben sprach, die Halmzahl je Pflanze fest und zwar, da diese mit dem Gesamtgewicht steigt und fällt (Symplasie), ihre relative Zahl d. h. bezogen auf das Gesamttrockengewicht. Ferner schätzte ich bei jeder Pflanze die Lage des Schwerpunktes der oberen Halmenden einschließlich Rispen und maß die Entfernung dieses Punktes vom unteren Ende der Halme, der Schnittfläche bei der Ernte. Ist diese mittlere Halmlänge richtig geschätzt, dann hat man in dem Produkt aus (absoluter!) Halmzahl und mittlerer Halmlänge die Summe aller Halmlängen (Längensumme) und kann aus ihr und dem Halmgewicht das durchschnittliche Gewicht eines 1 oder 10 oder 100 cm langen Halmstückes errechnen. Das Ergebnis ist „Halmgrobheit" genannt. Die Berechnungsmethode hat Prof. Dr. Tornau für die Gräserzuchten in Göttingen eingeführt, und sie hat vor anderen

[1]) Zeitschr. für Pflanzenzüchtung Bd. 8, S. 14.

Methoden, die die durchschnittliche Halmstärke messen, den Vorteil größerer Einfachheit bei gleicher Zuverlässigkeit. — Die meisten Züchter arbeiten mit dem Begriff „Feinstengeligkeit" als Zuchtziel. Das ist dasselbe wie „geringe Halmgrobheit". Nur weil ein Ansteigen des gefundenen Wertes als ungünstig aufzufassen ist, spreche ich nicht von Feinheit sondern von Grobheit. Daß Halmstärke und Halmgrobheit, als Halmdurchmesser und Halmgewicht parallel gehen, ist ohne weiteres anzunehmen.

Ob ich den Schwerpunkt der Halmenden richtig einzuschätzen pflegte, habe ich nachträglich durch Messungen kontrolliert. Bei Pflanzen mit nur wenig Halmen war meine Schätzung am ehesten ungenau gewesen. Züchter, die Gräser mit nur wenig Halmen verarbeiten, sollten daher die angegebene Rechnungsmethode nicht anwenden oder wenigstens ihre Schätzungen oft kontrollieren. Bei Pflanzen mit vielen Halmen, die dann ziemlich ausgeglichen in ihrer Länge zu sein pflegen, kommen dagegen kaum Schätzungsfehler vor. — Das Halmgewicht als Grundlage der Berechnung der Halmgrobheit wurde gewonnen als:

Lufttrockenes Gesamtgewicht minus (Blatt- und Korngewicht).

Das Halmgewicht schließt also das Gewicht der ausgedroschenen Rispen ein, was aber berechtigt ist, da bei der mittleren Halmlänge auch die Rispenlänge mitgerechnet war. Außerdem war, wie oben an anderer Stelle bereits erwähnt, bei einer Wiederholung aller Sorten und Klone das Gewicht der Halme ohne Rispen frisch und trocken festgestellt, und darauf sind die Ergebnisse aufgebaut, die unter „Trockenanteil der Halme" und „Halmanteil" (am Gesamtgewicht) aufgeführt sind.

Im Nachwuchs ist nur unterschieden zwischen Pflanzen, die überhaupt Halme nachgetrieben hatten, und solchen, die keine Halme nachtrieben. Für den Sortendurchschnitt liefert das bei 120 Individuen je Sorte genügend deutliche Unterschiede, und weiter ist diese Eigenschaft nicht verwertet worden.

Zur Zeit der Blüte fiel mir auf, daß einige Pflanzen dunkelrote, andere weißliche nur wenig gefärbte Halmknoten hatten. Ich gab dafür in einer Spalte für „Knotenfarbe" den Pflanzen Zahlen von 1 weißlich bis 3 tiefrot. Die Beobachtung bezog sich stets auf den Tag der Blüte. Wenn danach auch Sortenunterschiede bestehen, so glaube ich doch nicht, daß diesen Unterschieden große Bedeutung beizumessen ist, zumal sich des öfteren

feststellen ließ, daß bei derselben Pflanze Halmknoten, die nur wenig aus der Blattscheide herausgetreten waren, schwächer gefärbt erschienen. Die Belichtung spielt also zweifellos dabei mit, wenn sie auch nicht der einzige Faktor sein mag, der die Knotenfarbe bestimmt.

Andere Messungen am Halme wie Gliederung und Internodienzahl konnten bei der großen Zahl der zu verarbeitenden Halme nicht vorgenommen werden, und von einer Beschränkung der Messungen auf die drei besten Halme jeder Pflanze, wie sie Lang[1]) empfiehlt, versprach ich mir bei der großen Zahl und Verschiedenheit der Halme jeder Pflanze kein genaues Resultat. Die Bestimmung der Halmfestigkeit schließlich, die Freckmann[2]) fordert, um beim Samenbau in Gegenden mit starken Winden lagersichere Pflanzen zu erzielen, ist auch unterblieben. Wiesenschwingelpflanzen, die sich lagerten, sind bei den Versuchen auch nicht beobachtet worden.

Neben den Halmen haben die Blütenstände an Futterpflanzen nur Bedeutung, wenn man die Pflanzen samenreif ernten will zum Samenverkauf. Für den Züchter ist der Samenverkauf der klingende Lohn für seine Mühe, und daß dieser Lohn nicht zu gering ausfällt, ist natürlich genau so sein Ziel, wie daß die aus diesem Samen erwachsenden Pflanzen, wenn man sie schon in der Blüte zum Heumachen schneidet, qualitativ und quantitativ höchste Erträge liefern. Wenn auch die Qualität des Futters sich verschlechtert, wenn man die Gräser ausreifen läßt, so bleibt doch der Vergleich des Blattanteils auch bei samenreif geernteten Pflanzen ein Maßstab für ihre Eignung zum Futterbau und man hat zugleich aus dem Samen- oder Kornertrag ein leidliches Urteil, ob die Pflanzen sich als Zuchtobjekt bezahlt machen.[3]) Daher

[1]) Beiträge zur Pflanzenzucht Heft 2, S. 110.

[2]) Mitt. der D. L.-G. 1921, S. 550.

[3]) Es ergibt sich aus den später angeführten Berechnungen, daß die Annahme, Blatt- und Kornanteil könne bei einer kombinierten Nutzung richtig ermittelt werden, nicht ganz zutrifft. Bei Schaffung günstigster Bedingungen zum Samenbau lassen sich von Pflanzen, die bei Vorbedingungen zum Futterbau einen geringeren Kornanteil liefern, wohl auch relativ größere Samenerträge erzielen, und ebenso lassen sich vermutlich von Pflanzen, die bei Bedingungen zum Samenbau wenig Blatt liefern, bei Wachstumsbedingungen zum Futterbau größere Blatterträge erzielen. Bei Fortführung der Studien werden daher die gleichen Klone einmal bei einseitigen Futternutzungsbedingungen, zum andern bei ausgesprochenen Vorbedingungen zur Samengewinnung untersucht werden.

ist hier bezüglich der Gewinnung von Versuchsergebnissen Käufers und Verkäufers Wünschen Rechnung getragen, wenn die Versuchspflanzen samenreif geerntet wurden. Der Züchter muß seine Pflanzen natürlich mehrere Jahre prüfen auf Ausdauer und Festigkeit in ihren Eigenschaften, ehe er sie zur Samengewinnung benutzt und den Samen als gute Saat verkauft; hier handelt es sich aber nicht um Samengewinnung zu Verkaufszwecken.

Der wichtigste Teil der Rispen, der Samen oder das Korn wurde durch Ausreiben mit der Hand gewonnen. Spreu und Verunreinigungen wurden vorsichtig unter Schütteln der den Samen enthaltenden Pappteller abgeblasen, und das Korngewicht wurde auf der Korantschen Zeigerwage wie das Blattgewicht auf 0,1 g genau festgestellt. — Um Samenverluste zwischen Ernte und Verarbeitung zu vermeiden, wurden alle Pflanzen auf dem Felde, nachdem die Halmenden unten zusammengebunden waren, oben in Zeitungspapier eingerollt und eingeschlagen und dieses Papier mit Stecknadeln festgesteckt. Der Samenausfall vorher war bei den Nachkommenschaften sehr gering. Die Halme waren gleichmäßig gereift und rechtzeitig geerntet. — Bei den Stecklingspflanzen hatten vor der Ernte einige Halme jeder Pflanze, die früher abgeblüht waren als die große Zahl der durch nachträgliche Bestockung geschoßten Halme, ihren Samen ausfallen lassen. Der richtige Erntezeitpunkt war bei diesen Pflanzen sehr schwer zu bestimmen. Einige wenige vorweg geerntete Pflanzen haben aber weniger ausgereiften Samen ergeben, als die nachher zusammengeernteten anderen Pflanzen, und ich schließe daraus, daß der Zeitpunkt keinesfalls zu spät gewählt war. Andererseits ist der durchschnittliche Kornanteil bei den Stecklingspflanzen nur um 1% geringer als bei den Nachkommenschaften, die zu hohem Samenertrag günstigste Vorbedingungen hatten, und damit ist wohl bewiesen, daß der Erntezeitpunkt bei den Stecklingspflanzen richtig gewählt war. — Außer dem Korngewicht bezw. Kornanteil am Gesamtgewicht wurde, wie schon oben erwähnt, bei je einer Wiederholung das Frisch- und Trockengewicht der Rispen und daraus der „Trockenanteil der Rispen“ und „Rispenanteil“ am Gesamtgewicht und dann das „durchschnittliche Gewicht einer Rispe“ ermittelt, weil ich bei den teilweise schlecht ausgereiften Rispen im Korngewicht ein zu ungünstiges Resultat zu erhalten befürchtete.

Von Freckmann ist bei Rispengras[1]) beobachtet, daß die Rispenform weitgehend verschieden ist, bald aufrechtstehend steif und sperrig, bald mehr weich bis hängend; und Zade hat bei Knaulgras[2]) Steif-, Sperr- und Schlaffrispen unterschieden. Wie bei vielen anderen Rispengräsern werden die Rispenäste des Wiesenschwingels nur zur Blütezeit von der Hauptachse abgespreizt. — Rispen, die sich nicht öffnen, habe ich nur selten gesehen — und man kann die Unterschiede in der Rispenform nur dann genau beobachten. Die Unterschiede entsprechen etwa denen Zades bei Knaulgras. Allerdings fand ich keine Steifrispen mit horizontal abstehenden oder schräg abwärts gerichteten kurzen geraden Ästen. Während Zade daher bei Steifrispen Untergruppen bildet, konnten hier nur die drei Hauptgruppen Steif- (1), Sperr- (2) und Schlaffrispen (3) mit je einer Übergangsform unterschieden werden. Bei den Nachkommenschaften, wo die Halme viel dichter standen, waren die Rispen viel kürzer ausgebildet, und die Ährchen lasteten deshalb viel weniger schwer an den Rispenästen. Ich konnte bei ihnen daher nur die Typen 1, 1—2, 2 und 2—3 unterscheiden. Die Rispenform ist danach sehr modifizierbar und die Eingruppierung der Rispenform war bei den Stecklingspflanzen oft sehr schwierig. Während nämlich Freckmann sowohl wie Zade sagen, daß bei Rispengras bezw. Knaulgras eine steife Rispe stets auf steifem grobem Halm zu finden sei,[1])[2]) habe ich bei Wiesenschwingel diese Regel nicht bestätigt gefunden. Ich fand oft an auffallend weichen nickenden Halmen Rispen mit Rispenästen, die der Hauptspindel dicht anlagen, also Steifrispen und fand andererseits schlaffe Rispen oft an steil aufgerichteten festen Halmen.

Witte hat ferner bei seinen Wiesenschwingel-Zuchten Verschiedenheiten in der Form und Farbe der Hüllspelzen und in der Behaarung des Basalstieles beobachtet.[3]) Daß die Spelzenfarbe sehr unbeständig ist, sagt schon Hackel[4]): „Im Schatten erwachsene Fest. ovina genuina hat z. B. stets grünliche, in der Sonne erwachsene gescheckte Ährchen.“ Daß die Belichtung der Färbung der Spelzen von Einfluß ist, konnte ich auch feststellen.

[1]) Mitt. der D. L.-G. 1921, S. 551.
[2]) Heft 305 der Arbeiten der D. L.-G., S. 14/15.
[3]) Fühlings landw. Ztg. 1911, S. 473.
[4]) Monographia festucarum europaearum. Kassel 1882, S. 50 ff.

Rispen an kurzen oder durchgebogenen nickenden Halmen, die weniger Licht bekamen, hatten meist mehr grünliche Ährchen. Außerdem fiel auf, daß im Nachwuchs die Rispen bezw. Ährchen größtenteils intensiver rötlich gefärbt waren als im ersten Schnitt. Ob das nur mit der stärkeren Lichteinwirkung auf die dann spärlicher stehenden Halme zu erklären ist, oder ob auch die Temperatur mitspielt, kann ich nicht entscheiden. An Lieschgras machte ich übrigens die gleiche Beobachtung bezüglich der Färbung der Ähren. Wenngleich danach die Beurteilung der Spelzenfarbe nicht als sehr wertvoll gelten kann, so wurde sie doch durchgeführt; mit 1 wurden die weißlich-grün gescheckten, mit 3 die dunkelrotbraun gefärbten Spelzen bezeichnet. Zwischenstufen waren 1—2, 2 und 2—3.

FRUWIRTH sagt:[1]) „Der Wiesenschwingel findet sich in einer Form mit gelben und einer solchen mit roten Antheren; letztere ist die häufigere." Nach meinen Beobachtungen — sind dagegen vollkommen rote Antheren sehr selten[2]); und Pflanzen mit solchen haben daneben auch weißlich gelbe Staubbeutel oder solche, die nur am unteren Ende einen roten Fleck aufweisen. Außerdem kommen Staubbeutel mit rötlichem bis lila Anflug an einer Längsseite vor. Bei Beginn der Blüte konnte ich auch beobachten, daß zwischen den eben sich öffnenden Spelzen die Staubbeutel rot durchschimmerten und daß sie nach dem Öffnen und Umkippen an den Seiten, die nach Innen zu gelegen hatten, weißgelb waren.[2]) Auch hier möchte ich vom Lieschgras anführen, daß es im Nachwuchs intensiver lila gefärbte Staubbeutel hatte als im ersten Schnitt. Danach spielen offenbar bei der Staubbeutelfarbe der Gräser auch Außenfaktoren eine große Rolle und ich möchte mit ZADE nach seinen bei Knaulgras gemachten Beobachtungen annehmen, daß Färbungsunterschiede der Staubbeutel

---

[1]) Handbuch der Pflanzenzüchtung Bd. 2, S. 256.

[2]) Inzwischen liegen auch Beobachtungen aus dem Jahre 1923 vor, und auffallenderweise zeigen dieselben Pflanzen, die 1922 weißgelbe Staubbeutel hatten, 1923 fast durchweg auch rötlich und lila angelaufene Staubbeutel. Der Blütezeit ist 1923 ein besonders kaltes nasses Wetter voraufgegangen ganz ähnlich wie im Herbst 1922, wo im 2. Schnitt an einigen Pflanzen nochmal Blütenstände beobachtet wurden. Danach bin ich geneigt anzunehmen, daß nicht so sehr das Licht als vielmehr die Temperatur- und Niederschlagsmengen von Einfluß auf die Staubbeutelfarbe sind.

sich als gegenstandslos erweisen.[1]) Die Staubbeutelfarbe habe ich folgendermaßen beurteilt:

0 ungefärbt d. h. weiß-gelb,
1 mit rötlichen oder lila Flecken oder Anflug,
2 gänzlich rot gefärbt.

Unterschiede am Korn wie Färbung, Länge des Stielchens und Form der Spelzenspitze sind nicht berücksichtigt worden.

III. Die Variabilität der Eigenschaften und deren Bedeutung für die Züchtung bei Betrachtung

a) der Eigenschaften einzeln.

Ein Vergleich der Leistungen der Stecklingspflanzen einerseits mit den Nachkommenschaften andererseits ist nicht möglich, weil Boden, Standraum und Wachtumsrhytmus verschiedene sind. Folglich werden diese wie jene nur unter sich verglichen und ihre Leistungen werden am Durchschnitt der Sorten und Klone bezw. Nachkommen gemessen. Um die Übersicht zu erleichtern, habe ich neben den Zahlenergebnissen jeder Sorte den zugehörigen Sortendurchschnitt aufgeführt (Tabelle 1). Wenn eine Sorte bezw. ein Klon oder eine Nachkommenschaft — der Einfachheit halber werde ich nur noch von „Sorten" sprechen und bitte die darin liegende Ungenauigkeit nicht falsch zu verstehen — sich hinsichtlich einer Eigenschaft über den Durchschnitt erhebt, ist ihr Mittelwert fett gedruckt. Innerhalb der Sorten ist über die Variabilität, hervorgerufen sowohl durch Modifikationen als durch Unterschiede der erblichen Veranlagung ganz allgemein folgendes zu sagen: Nächst der Masse im ersten und zweiten Schnitt ist am stärksten variabel der Blattanteil, viel stärker als der auch ziemlich stark schwankende Kornanteil, dessen Variabilität abnimmt, wenn man zur Samengewinnung die richtigen Vorbedingungen schafft, wie es bei den Nachkommenschaften geschehen ist. Auch die relative Halmzahl, Halmgrobheit und Halmdichte sind sehr variabel. Wenig variabel dagegen sind die mittlere Halmlänge, der Halm- und der Trockenanteil. Aus der geringen Variabilität des Halmanteils ergibt sich mit Notwendigkeit, daß

[1]) Jahrbuch der D. L.-G. 1918, S. 139.

Schwankungen der beiden anderen Bestandteile, der Rispen und Blätter meist auf deren gegenseitige Kosten erfolgen und nur in geringerem Maße auf Kosten der Halme. Da aber der Kornanteil sehr viel stärker als der Rispenanteil variabel ist, muß man annehmen, daß sich der Kornanteil u. a. auch auf Kosten des Gewichtes der leeren Rispen vergrößern kann, so daß nicht immer der Blattanteil der Leidtragende sein muß, wenn man viel Samen ernten will. —

Eingangs sagte ich, daß der „Variationskoeffizient der Eigenschaften", der zwischen den Mittelwerten vieler möglichst einheitlicher Populationen berechnet wird, die Bedeutung der Eigenschaften für die Auslese mitbestimme. Dieser Variationskoeffizient ist hier für die wichtigsten Eigenschaften berechnet. Da er natürlich nur zwischen den Populationen, die unter gleichen Bedingungen erwuchsen, als Maßstab für die Variabilität und Verbesserungsfähigkeit der Eigenschaften angesehen werden kann, konnte man ihn hier nur aus den Mittelwerten der Stecklingspopulationen einerseits oder denen der Nachkommenschaften andererseits berechnen. Ich habe die Berechnung außer bei der Halmdichte nur bei den Stecklingspopulationen durchgeführt. In beiden Fällen ist die Zahl der Populationen sehr gering. Die große Verschiedenheit der Variationskoeffizienten der Eigenschaften wird aber auch so angedeutet. Der Koeffizient ist:

beim Frischertrag	20,9 %
Trockenertrag	16,4 „
Nachwuchs	23,6 „
Halmdichte	30,0 „
(bei den Nachkommenschaften errechnet)	
Blattanteil	25,6 „
Kornanteil	17,7 „
Rostbefall	92,2 „
Halmgrobheit	11,7 „
Trockenanteil am Gesamtertrag	1,45 „

Die Stärke der Variabilität soll die Bedeutung der Eigenschaften für die Auslese mitbestimmen; das setzt voraus, daß noch ein anderes Moment in Betracht kommt und das ist „die Bedeutung der Eigenschaften für die Nutzung". Hinsichtlich der Nutzung ist dem Ertrag im ersten und zweiten Schnitt — der Quantität — neben der Qualität, die wesentlich durch den Blattanteil bestimmt wird, gleicher Wert beizumessen. Die Bedeutung des Blattanteils

gewinnt aber, wenn man ihre größere Variabilität berücksichtigt. Der Nachwuchs steht zwar hinsichtlich seiner Variabilität dem Blattanteil wenig nach, es ist aber zu bedenken, daß die Stecklingspflanzen im Nachwuchs verglichen mit Verhältnissen der Praxis unnatürlich hoch stehen. Sie hatten zur Zeit des ersten Schnittes, so kurz nach dem Auspflanzen, den ihnen zugewiesenen Standraum noch keineswegs ausgefüllt und trieben deshalb im Nachwuchs auffallend kräftig nach. Bei alten Gräsern ist das nicht in dem Maße der Fall, wie auch der Durchschnitt der Nachkommenschaften im Nachwuchs verglichen mit dem Durchschnitt im Ertrage des ersten Schnittes zeigt.

Viel weniger variabel als der Blattanteil ist der Kornanteil, er verdient daher lange nicht die Würdigung wie der erstgenannte, und die vielbetonte Halmgrobheit kann noch mehr zurücktreten, zumal wenn man durch Züchtung auf hohen Blattgehalt dafür sorgt, daß der Halmanteil gering bleibt. — Ganz unbeachtet würde ich den kaum variabeln Trockenanteil lassen, gegen dessen Einbeziehung unter die Zuchtziele vorher schon andere Bedenken angeführt wurden. — Die Halmdichte ist einerseits in Gestalt kräftiger Bestockung im Ertrage schon berücksichtigt, ist aber andererseits doch nicht zu vernachlässigen, weil ein dichter Horst weniger Platz bei gleicher Leistung beansprucht als ein lockerer. — Starker Rostbefall kann die Futterqualität des Nachwuchses vernichten und das Nachtreiben der erkrankten Pflanzen empfindlich stören. Bei der sehr starken Variabilität des Rostbefalles würde ich ihn daher neben dem Blattanteil und Ertrag als wichtigstes Auslesemoment berücksichtigen. Zusammenfassend würde ich setzen nach der Wichtigkeit:

An erste Stelle: Ertrag im ersten und zweiten Schnitt, Blattanteil und Rostbefall.

An zweite Stelle: Kornanteil (und Halmdichte).

An dritte Stelle: Halmfeinheit.

Die Berücksichtigung weiterer Leistungseigenschaften bedeutet eine Erschwerung für die Züchtung, ohne entsprechend größere Erfolge in Aussicht zu stellen. Die anderen Eigenschaften kommen daher neben diesen Leistungseigenschaften als Zuchtziel nur soweit in Frage, als sie für eine bestimmte Nutzung z. B. hohe Wuchsform für Wiesen, schnelle Entwicklung für Weiden, besondere Bedeutung haben, oder soweit sie nach den unten zu

besprechenden Ergebnissen der korrelativen Variabilitätsstudien beachtenswert sind.

Auf die genannten Eigenschaften zu züchten, hat natürlich nur dann Wert, wenn man weiß, daß die Eigenschaften sich vererben und sich bei mehrjähriger Nutzung treu bleiben.

b) der gleichen Eigenschaften in verschiedenen Jahren.

Läßt man ausdauernde Pflanzen mehrere Jahre an der gleichen Stelle und unter gleicher Behandlung wachsen, so könnte man annehmen, daß ihre Leistungen jedes Jahr ziemlich gleich gut bezw. gleich schlecht im Vergleich zu anderen Pflanzen ausfallen, da man bei einem Teil der neben den Erbanlagen ausschlaggebenden Wachstumsfaktoren Änderungen ziemlich ausgeschaltet habe, und daß nur noch der verschiedene Witterungsverlauf schuld sei, wenn man ein Abweichen von dieser Regel bemerkt. Andererseits muß man sich vergegenwärtigen, daß bei Gräsern die Triebe jedes Jahr neu angelegt werden und an etwas anderer Stelle als die Triebe des Vorjahres, da ja dort die abgestorbenen Stoppeln und Erdstämme keine neuen Triebe aufkommen lassen. Jeder Trieb bildet ferner seine eigenen Kronwurzeln und damit erhält die Pflanze jedes Jahr ein etwas anderes Wurzelsystem. Schon damit sind viele Außenfaktoren im zweiten Jahre andere geworden als im ersten und man kann sich nicht wundern, wenn eine Pflanze auf diese anders gewordenen Einwirkungen von außen im zweiten Jahre anders reagiert als im ersten. Die Reaktionen brauchen nicht bei allen Sorten und hinsichtlich aller Eigenschaften das gleiche Verhalten zu zeigen. der Koeffizient der „Treue“ kann ein verschiedener sein und ich hatte eingangs gesagt, daß aus der Größe dieses Koeffizienten mancherlei Schlüsse zu ziehen seien.

Eigenschaften, bei denen die Treue stark ausgeprägt ist, machen dem Züchter seine Arbeit leichter, er kann hinsichtlich dieser Eigenschaften gute und schlechte Klone schneller trennen. Untreue Eigenschaften erfordern seine besondere Aufmerksamkeit.

Die Veränderung der Außenbedingungen ist für jede Pflanze eine etwas verschiedene. Aus dem Verhalten einer einzelnen Pflanze sind daher Schlüsse hinsichtlich der Treue nicht zu ziehen, sondern nur aus dem durchschnittlichen Verhalten der In

dividuen eines Stammes, einer Nachkommenschaft, eines Klones usw. Dabei ist zu erwarten, daß entsprechend der verschiedenen Veranlagung, auf Außeneinflüsse stärker oder schwächer zu reagieren, die Treue sich bei den verschiedenen Stämmen verschieden verhalten wird; Stämme mit großer Treue sind bei sonst gleicher Leistung besser zu beurteilen.

Von den hier genannten Zielen, die der Berechnung der Treue gesetzt sind, nämlich 1. zur weiteren Charakterisierung der Sorten. Stämme usw. 2. zur Unterscheidung der Eigenschaften in solche, über die man schnell, und solche über die man erst nach jahrelanger genauer Beobachtung urteilen kann, kommt hier vor allem das unter 2. genannte Ziel in Betracht; das unter 1. genannte Ziel läßt sich bei dem spärlichen Untersuchungsmaterial kaum erreichen.

Nur die Elitepflanzen der drei Ausgangsstämme der Göttinger Zucht waren seit 1920 züchterisch bearbeitet. Die diesbezüglichen Zahlenergebnisse von 1920 waren abgesehen vom Frischertrag dadurch ungenau geworden, daß die Spatzen den Samen größtenteils ausgefressen hatten. So blieben nur für die Berechnungen der Treue des Frischertrages die Zahlen von drei Jahren, für alle anderen Eigenschaften hatte ich nur von zwei Jahren (1921 und 1922) Zahlen. Die wenigen Pflanzen, die zur Berechnung der Treue je Stamm blieben, konnte ich bei der Unausgeglichenheit der Stämme — ist doch die Zucht noch ganz jung — unmöglich stammweise trennen. Ich verzichtete deshalb bei diesem Material darauf, das Ziel weiterer Charakterisierung der Stämme zu erreichen, und faßte nur, indem ich die Elitepflanzen der drei Stämme zusammenwarf, das zweite Ziel ins Auge, festzustellen, welche Eigenschaften mehr, welche weniger treu sind. — Außer diesem Material hatte ich von den drei Nachkommenschaften 6a—c aus dem Jahre 1921 einige Angaben wie Frisch- und Trockenertrag, Trockenanteil, relative Halmzahl, die ich mit den entsprechenden Ergebnissen von 1922 in Beziehung setzen konnte (siehe Tabellen 2 und 9). Bei Berechnung dieser Beziehungen war aber wiederum zu beachten, daß das erste Jahr hier 1921, das Auspflanzjahr war, und außerdem hatte 1921 die Ernte zur Blütezeit stattgefunden, 1922 zur Zeit der Samenreife. — Alle diese ungünstigen Nebenumstände sind zu berücksichtigen, wenn man die in Tabelle 3 zusammengestellten Resultate ins

Auge faßt. Es wäre sehr zu wünschen, daß diese Untersuchungen an einem Material, wie es nach langjähriger Züchtung vorliegt, wiederholt werden könnten.

Zu Tabelle 3: Am deutlichsten ist die Treue des Frischertrages. Die meisten Pflanzen die im ersten bezw. zweiten Jahre Gutes leisten, tun das auch im zweiten bezw. im dritten Jahre Die Treue vom ersten zum dritten Jahre (siehe Tabelle 3 unter II) ist allerdings viel geringer als die Treue in den aufeinanderfolgenden Jahren. Sichere Unterschiede in der Treue des Frischertrages bestehen weder zwischen den Stämmen noch zwischen den Nachkommenschaften, doch kann man das wohl für Zufall halten, denn die Unterschiede sind teilweise doch recht beträchtlich, so unter II zwischen Stamm 11 und 12. — Gar keine Treue hat der Trockenanteil, und zwar sind die Ergebnisse der drei Nachkommenschaften und der Elitepflanzen hierin so übereinstimmend, daß man den Resultaten einigen Glauben schenken kann (siehe I_2 und III_2). Daß man aber dem Trockenanteil keinen großen Wert beizumessen braucht, habe ich an anderer Stelle auseinandergesetzt. Die relative Halmzahl hat bei 7a ihre Treue angedeutet, 7a ist deutlich treuer als 7b und c hinsichtlich dieser Eigenschaft. Im Durchschnitt dieser drei Nachkommenschaften ergibt sich das gleiche Resultat wie bei den Elitepflanzen der 3 Stämme (siehe III_5 neben I_3). Danach ist die Treue der relativen Halmzahl meist nur sehr schwach angedeutet. Im übrigen ist beim Blattanteil Treue gar nicht vorhanden (siehe III_3) — übrigens wohl auch mit die Ursache dafür, daß bei Trockenanteil keine Treue festzustellen ist. — Beim Kornanteil ist die Treue schwach, bei der Halmgrobheit sehr schwach angedeutet. Die Züchtung auf hohen Kornanteil wäre danach leichter als die auf viel Blatt und feine Halme. Umsomehr hat man Veranlassung, den Blattanteil gründlich aufs Korn zu nehmen.

Daß die diesbezüglichen Ergebnisse nach den Rechnungen an so wenig umfangreichem Material nicht als abgeschlossen gelten können, ist ohne weiteres klar. Die Beobachtung, daß der Blattanteil keine Treue zeige, widerspricht auch WALDRONS Beobachtungen mit wehrloser Trespe; diese ergaben: Pflanzen, die nach hoher und niederer Prozentzahl steriler Triebe „ausgesucht worden waren" — und der Prozentsatz steriler Triebe bestimmt den Blattanteil in erster Linie — „erhielten die Eigenschaft,

viel oder wenig solche Triebe zu bilden, auch in folgenden Jahren." [1])

c) der Wechselbeziehungen zweier Eigenschaften.

Zwischen den untersuchten Eigenschaften ließen sich in $\frac{n \times (n-1)}{1 \times 2}$ Fällen Wechselbeziehungen berechnen, wenn n die Zahl der untersuchten Eigenschaften ist. Das ergibt bei etwa 30 Eigenschaften nicht weniger als 535 Berechnungen je Sorte oder da die Untersuchungen an 5 Sorten, 3 Klonen, 3 Nachkommenschaften vorgenommen sind, $11 \times 535 = 5885$ Berechnungen. Das ist etwas viel und es mußte eine Auswahl unter den Möglichkeiten getroffen werden. Dabei war zu bedenken, daß an sich zwischen allen Eigenschaften — morphologischen und physiologischen — Korrelationen bestehen können, daß man also die Möglichkeit ihres Bestehens vonvornherein nie für ausgeschlossen halten kann. Andererseits scheinen manche Eigenschaften nach den Untersuchungen auf ihre Variabilität weniger Bedeutung zu haben, so diejenigen, bei denen ich Abhängigkeit von der Einwirkung des Lichtes beobachtete (Spelzenfarbe, Knotenfarbe) oder die, für die ich eine parallelgehende deutlich erkennbare Eigenschaft fand, z. B. Halmverlauf für Wuchsform, Blütezeit für Schoßzeit. Diese und ähnliche Erwägungen waren maßgebend, für die Korrelationsberechnungen nur folgende Eigenschaften einer Untersuchung zu unterwerfen: Blütezeit, Staubbeutelfarbe, Rispenform, Halmverlauf, Blattfarbe, Blattbreite, Rostbefall, Frischertrag, Trockenertrag, Trockenanteil, relative Halmzahl, mittlere Halmlänge, Halmgrobheit, Kornanteil, Blattanteil, Nachwuchs, Gewicht einer Rispe. Mit diesen 17 Eigenschaften blieben noch 136 Berechnungsmöglichkeiten und es galt aus ihnen wiederum eine engere Auswahl zu treffen. Für diese hatte ich folgende Anhaltspunkte:

A. Die Ergebnisse einer Vorberechnung.

B. Angaben der Literatur über Korrelationen an Wiesenschwingel und an anderen Gramineen, die für die Futterpflanzenzüchtung bedeutsam erschienen.

C. Weitere die Züchtung berührende Fragen.

Zu A. Für die Vorberechnung schien mir die Methode von

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung Bd. 7, S. 265.)

ORPHAL mit einer kleinen Abänderung sehr geeignet, wenn ich nicht an einzelnen Individuen, sondern an den Mittelwerten von Sorten, Klonen und Nachkommen die Berechnung durchführte. Ich hatte nur die Mittelwerte der Eigenschaften der Sorten usw. mit dem zugehörigen Sortendurchschnitt bezw. Nachkommendurchschnitt zu vergleichen und danach die Sorten auf die 4 Quadranten einer gedachten Korrelationstabelle zu verteilen. Sorten und Klone waren in ihren Wachstumbedingungen durch die Versuchsanstellung im Durchschnitt der 4 Wiederholungen derartig gleichmäßig behandelt, daß in den Mittelwerten der Sorten die Modifikationen ziemlich ausgeschaltet sein mußten. Für die Nachkommenschaften konnte ich zwar nicht sicher mit einem Ausgleich der Modifikationen rechnen, andererseits erschien mir jedoch die Zahl von nur 5 Sorten + 3 Klonen für die Vorberechnung sehr gering und ich wollte auch Populationen einbeziehen von Pflanzen, die unter anderen Bedingungen gewachsen waren als die Stecklingspflanzen. Ich tat das auch deshalb, weil ich hauptsächlich die Anwendung des Verfahrens zeigen wollte und dessen großen Vorteil, der darin besteht, daß man gewissermaßen mehrere Korrelationstabellen übereinander legen kann, wie hier die Tabellen der Sorten und Klone einerseits, die der Nachkommenschaften andererseits, selbstverständlich je auf ihren zugehörigen Durchschnittswert bezogen. Es war klar, daß die Vorberechnungen nicht zu endgültigen Resultaten gebraucht werden konnten, zumal nachdem durch die Einbeziehung der Nachkommenschaften die Wahrscheinlichkeit vergrößert worden war, daß Standortsmodifikationen Falsches vortäuschten.

Die Durchführung der Vorberechnung im einzelnen ergibt sich ohne weiteres aus den Tabellen 4 und 5. In Tabelle 4 ist für jede Sorte, Klon, Nachkommenschaft durch ein Vorzeichen angegeben, ob sie hinsichtlich einer Eigenschaft über oder unter den Sorten- bezw. Nachkommendurchschnitt steht und in Tab. 5 ist in ein Ordinatenschema, in dem alle vorkommenden Eigenschaften sich mit jeder anderen Eigenschaft kreuzen, in das Kreuzungsquadrat eingetragen, wieviele Sortenmittel in Quadrant I und IV, wieviele in Quadrant II und III einer gedachten Korrelationstabelle fallen würden. Über dem Bruchstrich jedes Quadrates der Tab. 5 steht die Zahl der in Quadrant I und IV gefallenen, unter dem Bruchstrich die der restlichen Sortenmittel. Die Auf-

stellung der Tabelle geht sehr schnell; als Vorberechnung ist die Methode daher zweifellos brauchbar und ihre Resultate werden zuverlässig, wenn man nur mit den Mittelwerten von Klonen und reinen Linien rechnet und mit einer größeren Anzahl vielleicht 50 dieser Art. —

Ich faßte für weitere Rechnungen nur Resultate der Tab. 5 ins Auge, die größer als $^9/_2$ bezw. kleiner als $^2/_9$ waren. Bei Eigenschaften, die nur an den Klonen und Nachkommenschaften oder nur an den Sorten untersucht waren, mußten sich Resultate wie: kleiner als $^1/_5$, $^1/_7$ bezw. größer als $^5/_1$, $^7/_1$ ergeben, ehe ich den Wechselbeziehungen weiter nachforschte. Die Resultate in Tab. 5 die mich daher zu weiterer Nachprüfung veranlassen mußten, sind unterstrichen; soweit ihnen tatsächlich weiter nachgeforscht ist; und soweit die Wechselbeziehungen aus anderen Gründen untersucht sind, ist in der rechten oberen Ecke des Quadrates ein Kreuz verzeichnet. Was die Sicherheit der hier gefundenen Resultate betrifft, so ist nochmals zu sagen, daß sie infolge der Uneinheitlichkeit der Populationen und deren geringer Zahl nur in wenigen Fällen befriedigen konnte und befriedigte; ich betone deshalb nochmals, daß ich die Rechnung nur durchgeführt habe, weil sie sehr wenig Zeit erfordert und als Vorberechnungsmethode für eine etwas größere Sorten- oder besser Klonenzahl empfehlenswert erscheint.

Nur in 4 Fällen habe ich ausschließlich auf Grund der Vorberechnungsresultate Korrelationen nachgeprüft, in den anderen Fällen waren in erster Linie die Angaben aus der Literatur für mich maßgebend. Diese 4 Fälle waren:

a) Die Beziehungen zwischen Staubbeutelfarbe einerseits, Rostbefall und relative Halmzahl andererseits,

b) zwischen Halmgrobheit und Kornanteil (berechnet unter I 20 und II 5),[1])

c) Blattbreite — Blattanteil (s. II 26),

d) Nachwuchs — Blattanteil (s. II 21), alles Fälle, in denen die Vorberechnung auf bestehende Korrelationen hindeutete.

Zu B. Die Literaturangaben auf diesem Gebiete sind nicht sehr zahlreich und stützen sich kaum auf genaue Berechnungen. Meist findet man nur Andeutungen für beobachtete Korrelationen

[1]) I = s. Tabelle 6, II = s. Tabelle 7 und 8.

in andere Angaben eingestreut, und der Ausdruck „Korrelation" wird fast gar nicht gebraucht. FRUWIRTH braucht ihn merkwürdigerweise gerade bei seiner Darstellung der Wiesenschwingelzüchtung und schreibt da folgendes:[1]) „Korrelationen: Nur bei 2 Provenienzen wurden solche festgestellt. Der amerikanische Wiesenschwingel ist nach STEBLER spätreifender, weniger ertragreich, kurzlebiger und wird im ersten Jahre mehr von Rost befallen als der rheinische."

In diesem Satz sind viele Korrelationen angedeutet, doch keine ist genau präzisiert. Es soll wohl mehr eine Sortenbeschreibung sein. Ich folgerte nur, daß man untersuchen könnte, ob Spätreife und Ertrag bezw. nach der Art der hier angewandten Beurteilung

e) Blütezeit und Ertrag,

f) Rostbefall und Ertrag sowie

Blütezeit und Rostbefall in Wechselbeziehungen stünden. Für die erstgenannten beiden Eigenschaften habe ich auch die Berechnung durchgeführt (s. II 7 und II 22/23). FRUWIRTH sagt dann auf derselben Seite weiter unten: „WITTE züchtet auf Rostwiderstandsfähigkeit und spätere Entwicklung, KÖSTLIN-QUARNBECK auf Rostfreiheit und frühere Entwicklung". In beiden Fällen steht nichts von Korrelationen, die die Züchtung erschweren; es würde sich das ja auch widersprechen. Daraus schloß ich, daß FRUWIRTH zwischen Entwicklungszeit und Rostbefall keine Korrelationen angedeutet haben will und ließ die entsprechende Berechnung von Blütezeit und Rostbefall fort; die Vorberechnung für die Auswahl von Korrelationen gab ja auch keinerlei Anzeichen für das Bestehen einer Wechselbeziehung zwischen diesen beiden Eigenschaften.

Zahlreich sind die Hinweise der Literatur, daß die Blattfarbe für andere Eigenschaften von Bedeutung sei. Allen voran stehen da WESTERMEIERS interessante Darlegungen über die verschiedene Blattfarbe bei Weizensorten.[2]) Die Resultate seiner Arbeit gehen, wenn man sie auf die Gramineen allgemein anwenden und speziell für die Futterpflanzenzüchtung verwerten könnte, dahin, daß Pflanzen mit dunkleren Blättern bei geringerer Blatt-

---

[1]) Handbuch Bd. 2, S. 256.

[2]) Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 8, Heft 1, S. 14 ff.

fläche gleichlange Halme erzeugen können und gleichviel Korn bezw. bei gleicher Blattfläche längere Halme und mehr Korn als hellgrünblättrige Pflanzen. Fasse ich danach Halme und Korn als das Assimilationsprodukt, Blattfarbe und Blattmasse — ich kann wohl mit einiger Sicherheit annehmen, daß die Blattmasse der Blattfläche entspricht — als die Assimilationskraft auf, so sollen beide gleichmäßig steigen und fallen oder wenn das Assimilationsprodukt gleichbleibt und die Blattmasse sinkt, muß die Blattfarbe steigen. Um keine Symplasien zu berechnen, übertrug ich diese Beziehung auf die hier angewandte Beobachtungsart und schloß: sinkt der Blattanteil, so muß die Blattfarbe steigen und umgekehrt. Mathematisch kommt diese Schlußfolgerung so zustande: statt „Blattfarbe mal Blattmasse = p mal (Trockenertrag minus Blattmasse)" kann man sagen: „Blattfarbe dividiert durch p = (Trockenertrag minus Blattmasse) dividiert durch Blattmasse" oder (Blattfarbe + p) durch p = Trockenertrag durch Blattmasse = 1 durch Blattanteil."

Da p eine Konstante ist, würde das soviel heißen wie: „steigt die Blattfarbe, so muß der Blattanteil sinken" also das, was oben gefolgert war. Die Korrelation zwischen

g) Blattfarbe und Blattanteil wurde daher untersucht (II 16).

Weiter sind Wechselbeziehungen mit der Blattfarbe angedeutet von Raum[1]) und Baumann[2]). Raum spricht von einer frohwüchsigen hellgrünen und einer weniger wüchsigen dunkelgrünen Form bei Wiesenfuchsschwanz, Baumann von einer dunkleren und kräftigeren Form bei Fromental (Glatthafer). Entsprechend wurde die Beziehung

h) Blattfarbe — Trockenertrag untersucht (II 15).

Zade spricht von Beziehungen zwischen

i) Blattfarbe und Rostbefall;[3]) er sagt, daß bei Glatthafer die hellgrünen Pflanzen die Rostanfälligsten wären. Die Beziehung ist in II 28 untersucht. — Zade und Freckmann haben ferner zwischen

k) Rispenform und Halmgrobheit bei Knaulgras bezw. Wiesenrispengras Beziehungen beobachtet; ich ging darauf schon bei

[1]) Ill. landw. Ztg. 1915, S. 69.
[2]) Beitr. zur Pflanzenzucht 1911, S. 62.
[3]) Jahrbuch der D. L.-G. 1918, S. 139ff.

der Besprechung der einzelnen Eigenschaften ein und sagte, daß meine Beobachtungen bei Wiesenschwingel nicht deutlich für das Vorhandensein solcher Wechselbeziehungen sprechen. Die Beziehungen sind aber sicherheitshalber nochmal rechnerisch durchgeprüft. (II 29—31.)

ZADE hat ferner beobachtet, daß zwischen

l) Ertrag und Blattanteil bisweilen wenn auch nur schwache negative Korrelation besteht,[1]) und nach WALDRONS Versuchen mit wehrloser Trespe[2]) hatten schwerere Pflanzen relativ weniger sterile Halme als leichtere; Anteil an sterilen Trieben und Blattanteil gehen zweifellos parallel. Die Beziehungen zwischen Ertrag und Blattanteil sind deshalb berechnet (I 6 und II 2). — Ferner gilt wohl unter allen Futterpflanzenzüchtern die Ansicht, daß

m) Blatt- und Kornanteil in negativer Korrelation stünden.[3])[4])[5])

Falls diese Korrelation besteht, ist sie nur eine formale physiologische, da naturgemäß der Blattanteil nur auf Kosten der andern Bestandteile anwachsen kann. Ob aber nicht und wieweit unter diesen „anderen Bestandteilen" auch die Halme und leeren Rispen die Leidtragenden sein können, müssen die Berechnungen ergeben. Sie sind reichlich durchgeführt. (I 16 und II 6.) — FRECKMANN meint auch, daß

n) Ertrag und Kornanteil gegensinnig variieren.[6]) Entsprechende Berechnungen finden sich unter I 7 und II 3.

Ferner hat ZADE gegensinnige Korrelationen zwischen

o) Halmzahl und Halmgrobheit sowie Halmfestigkeit und Blattanteil und gleichsinnige zwischen Halmzahl und Blattanteil beobachtet.[3])

Entsprechende Berechnungen siehe unter I 21, 22, I 18 und II 4, I 17.

Beachtenswert schien mir auch, daß von RÜMKER von Prof. WEBBER an der Cornell Universität in Ithaka sagt,[7]) daß er bei Lieschgras auf geschlossenen dicht gedrängten Horst züchte, als

---

[1]) Jahrbuch der D. L.-G. 139 ff.
[2]) Zeitschr. für Pflanzenzüchtung Bd. 8, S. 265.
[3]) Jahrbuch der D. L.-G. 1918, S. 139 ff.
[4]) BAUMANN, Beitr. zur Pflanzenzucht 1911, S. 62.
[5]) BUSS, Mitt. der D. L.-G. 1922, S. 444.
[6]) Mitt. der D. L.-G. 1921, S. 550.
[7]) Jahrbuch der D. L.-G. 1910, S. 310 f.

ob er das als Zeichen für hohe Leistungsfähigkeit ansähe, und ich berechnete daher die Wechselbeziehungen zwischen

p) Halmverlauf einerseits, Ertrag, Blattanteil, Halmgrobheit, Blütezeit andererseits (III 17—20). — Die von v. Tschermack in Fruwirths Handbuch der Pflanzenzüchtung[1]) für Getreide zusammengestellten Korrelationen beziehen sich größtenteils auf Eigenschaften, die nur speziell bei der züchterischen Verarbeitung des Getreides gemessen werden.

Besondere Bedeutung für die Gräserzüchtung konnten aber meines Erachtens wie beim Getreide so auch bei Gräsern die Beziehungen

q) zwischen Halmlänge einerseits, Halmdicke und Bestockung bezw. Halmzahl andererseits haben. Sie sind berechnet in II 12 und 11, wenn ich hier statt Halmdicke — Halmgrobheit, und statt Halmzahl — relative Halmzahl setzen darf. Tschermack nennt außer bei ganz geringer Bestockung bei allen Getreidearten gegensinnige Korrelation zwischen Bestockung und Halmlänge,[2]) und bei Hafer gleichsinnige Korrelationen zwischen Halmlänge und Halmdicke.[3])

r) Außerdem veranlaßten mich die bei Hafer von Tschermack genannten Beziehungen zur Rispenform,[4]) deren Beziehungen zum Kornanteil und Rispengewicht zu untersuchen. (II 13, 14).

Zu C. Außer diesen Beziehungen, auf deren Untersuchung die genannten Gesichtspunkte drängten, interessieren noch folgende Fragen den Futterpflanzenzüchter:

s) ob die Rispenform, die nach Zade und Freckmann mit dem Halmverlauf korrelieren soll, mit dem Blattanteil in Beziehungen steht, da Halmverlauf und Blattanteil unter sich wenn auch nur schwache Wechselbeziehungen aufwiesen.[5]) (II 32).

t) ob breites und damit grobes Blatt den Ertrag erhöht und ob mit ihm gleichzeitig die Halme gröber werden. (II 25, 27),

[1]) Bd. 4.

[2]) Fruwirth, Handbuch der Pflanzenzüchtung Bd. 4, S. 145, 219, 270, 359.

[3]) Ebenda S. 359.

[4]) Ebenda S. 36.

[5]) Hier ist zu bemerken, daß die Vermutung, es bestünde eine Wechselbeziehung zwischen 2 beliebigen Eigenschaften b und c, wenn sowohl zwischen den Eigenschaften a und b als auch a und c Beziehungen bestehen, sich nur selten bestätigt, weil die Korrelationen meist schwach sind. Bei vollkommener Korrelation wird die Vermutung natürlich bestätigt.

u) ob der Rostbefall, der auf den Blättern besonders stark auftrat, mit dem Blattanteil korreliert, (II 24)

v) ob die relative Halmzahl mit dem Ertrage gleichsinnig anwächst. Von der absoluten Halmzahl ist das ohne weiteres anzunehmen (Symplasie), bei der relativen mußte man es nachprüfen. (I 3 und 8),

w) ob grober Halm höheren Ertrag und größeren Trockenanteil bedeutet (II 1 und I 4, 9, 15),

x) ob hoher Kornanteil hohen Trockenanteil zur Folge hat. Die daraus sich ergebenden Resultate würden auf formaler Korrelation beruhen. (I 11)

y) ob zwischen Trockenertrag und Nachwuchs, wie zu erwarten, Symplasie besteht und wie stark (II 8),

z) ob der Kornanteil mit der relativen Halmzahl wie zu erwarten zunimmt. (Symplasie) (I 19)

aa) ob die Halmdichte die Halmgrobheit und Halmlänge beeinflußt (II 9, 10),

bb) ob Frisch- und Trockenertrag mit dem Trockenanteil verschieden korrelieren, worauf übrigens die Vorberechnung hindeutet. (I 1, 5),

cc) wie stark die zu erwartende Symplasie zwischen Frischertrag und Halmzahl ist. (I 2),

dd) wieweit Blattanteil, Halmzahl und relative Halmzahl den Trockenanteil beeinflussen. (I 10, 12—14).

Dabei ist noch zu sagen, daß bei einigen Berechnungen auch die Halmzahl versuchsweise auf 100 g Frischertrag bezogen ist, wenn es sinngemäß möglich war. Die Resultate werden dadurch aber nicht wesentlich andere, als die mit der relativen Halmzahl (auf 100 g Trockenertrag bezogen) errechneten.

Die Berechnungen nach BRAVAIS nahm ich einmal an dem wenig umfangreichen Zahlenmaterial von 1921 vor (siehe Tab. 9 und 6), hauptsächlich aber an dem Material von 1922 (siehe Tab. 1, 2, 7, 8).

Das Zahlenmaterial von 1921 umfaßt zunächst nur die Elitepflanzen der 3 Stämme 11, 12, 13, die je Stamm 15—20 Individuen zählten; das reichte natürlich nicht aus. Durch die Errechnung von Durchschnittswerten aus den Ergebnissen der 3 Stämme wurde jedoch einem zu starken Eingriff des Zufalls vorgebeugt. Außerdem hatte ich von 1921 die Zahlen der Nachkommenschaften 7a—c,

die sich zu Rechnungen in bescheidenem Umfange eigneten. Alle wichtigeren Fragen blieben dem Material von 1922 vorbehalten.

Zu den Ergebnissen von 1921 ist folgendes zu sagen:

A. Zu I 1 und 5: zwischen Trockenertrag und Trockenanteil besteht eine sehr schwach bis schwach angedeutete Korrelation. Ich möchte das als formale physiologische Beziehung auffassen, insofern der Trockenertrag aus dem Frischertrag mal Trockenanteil sich ergibt, hoher Trockenanteil also den Trockenertrag erhöht. Die Erhöhung des Trockenertrages ist aber bei dessen geringem Variationskoeffizienten für die Züchtung ohne Bedeutung. Zwischen Frischertrag und Trockenanteil bestehen keinerlei Beziehungen.

Zu I 2, 3, 8 (bb): Frischertrag und Halmzahl bezw. Bestockung stehen selbstverständlich in physiologischer Korrelation (Symplasie). Diese Beziehung fällt fort, wenn ich statt der Halmzahl die relative Halmzahl einsetze. Ergebnsse wie — 0,104 bei I 8 kann man nicht mal als sehr schwache Andeutung auffassen, wenn die Stämme 11, 12, 13 sich derartig verschieden wie hier verhalten.

Die in I 4, 6, 7, 9, 15, 16—18, 20 gefundenen Ergebnisse sind an dem Material von 1922 nachgeprüft und werden unter B besprochen.

Zu I 10—14 (dd und x): Ich vermutete gleichsinnige Korrelationen zwischen Trockenanteil einerseits, Kornanteil, hoher Halmzahl, Halmgrobheit andererseits, da Halm und Korn weniger Wasser als die Blätter enthalten. Blattanteil und Trockenanteil mußten andererseits als in negativer Korrelation stehend vermutet werden. Sämtliche Ergebnisse sind sehr ungleichmäßig und deuten nur teilweise sehr schwache Korrelationen an. Ich versprach mir daher keine Ergebnisse von einer weiteren Berechnung der Beziehungen dieser und anderer Eigenschaften mit dem Trockenanteil.

Zu I 19 (z): Zwischen Kornanteil und relativer Halmzahl bestehen scheinbar keine Beziehungen; die Eigenschaften sind aber auf bestehende Beziehungen am Material von 1922 insofern noch mal nachgeprüft, als dort die Eigenschaftspaare Kornanteil und Halmgrobheit auf ihre korrelative Variabilität untersucht wurden.

Zu I 21, 22 (o): Halmgrobheit steht wie zu erwarten war, in sehr deutlicher gegensinniger Korrelation zur relativen Halmzahl. Das deckt sich mit ZADES Beobachtungen bei Knaulgras. Diese Korrelation ist übrigens formaler Art. — Da Blatt- und Korngewicht gegenüber dem Halmgewicht gering sind und die mittlere Halmlänge wenig variiert, ist die relative Halmzahl quasi der reziproke Wert der Halmgrobheit multipliziert mit einer Konstanten. Die Deutlichkeit dieser Korrelation ist so groß, daß ich bei Verarbeitung sehr umfangreichen Materials vorschlagen kann, zu einer Vorauslese statt der Halmgrobheit nur die relative Halmzahl zu berechnen, da das eine ziemliche Zeitersparnis bedeutet. Da die Halmgrobheit auch neben den anderen Zuchtzielen nicht an allererster Stelle steht, genügt dann eine genaue Berechnung der Halmgrobheit bei den Nachkommenschaften derjenigen Pflanzen, die für die Weiterzucht in engere Auswahl genommen sind. — Berücksichtigen muß man aber, unter welchen Bedingungen die Pflanzen im Zuchtgarten gestanden haben. Denn davon hängt die Größe der Blatt- und Kornanteile und deren Variabilität ab. Die diesbezüglichen Variabilitätskoeffizienten (Modifikabilitätsköffizienten) sind z. B. bei den Nachkommenschaften 7a—c 1922 viel kleiner als bei den Stecklingspflanzen. Bei ersteren geht daher das der Halmgrobheitsberechnung zugrundeliegende Halmgewicht viel gleichmäßiger dem Trockenertrag parallel als im zweiten Fall. Da die relative Halmzahl auf das Gesamttrockengewicht, die Halmgrobheit auf das Halmtrockengewicht bezogen wird, wird eine formale Korrelation zwischen den beiden Eigenschaften nur dann deutlich sein, wenn beide Gewichte einigermaßen gleichmäßig variieren. Die Erscheinung der Symplasie bürgt zwar für Korrelation überhaupt, läßt aber deren Deutlichkeit keineswegs unter allen Verhältnissen gleich sein. Mein Vorschlag, statt der Halmgrobheit für die Vorauslese die relative Halmzahl zu berechnen, bedarf daher des einschränkenden Zusatzes: Wenn die Pflanzen wie vom zweiten Jahre ab im Zuchtgarten zu stärkerer Halmproduktion angeregt sind.

B. Die Ergebnisse aus dem Material von 1922 müssen nach Anlage des Versuches und Umfang des Materials als sehr viel zuverlässiger angesehen werden, als die eben besprochenen, soweit überhaupt Korrelationsberechnungen, die sich auf die Daten

einzelner Individuen und nicht auf die Mittelwerte erblich einheitlicher Populationen stützen, einigen Anspruch auf Zuverlässigkeit haben. Besonders bezieht sich die bessere Einschätzung der Resultate aus dem Material von 1922 auf alle Eigenschaften, die mit Metermaß und Wage beobachtet werden konnten. Diejenigen, für die nur Schätzungen eine Klassifizierung ermöglichten, sind weniger zuverlässig. Das gilt ganz besonders von den Korrelationen zwischen Staubbeutelfarbe einerseits und Rostbefall andererseits. Pflanzen mit gefärbten Staubbeuteln waren sehr selten; eine Aufstellung von Korrelationstabellen war deshalb nicht lohnend. Ich mußte mich begnügen, Auszählungen vorzunehmen, wieviel Prozent der Pflanzen mit gefärbten Staubbeuteln rostbefallen waren und wie viele der Pflanzen mit ungefärbten Staubbeuteln. Durch Stichproben überzeugte ich mich davon, daß die Vernachlässigung der Stärke der Färbung und der Stärke des Rostbefalls an dem Resultat nichts änderte. Im Durchschnitt aller Sorten und Klone waren rostbefallen von den Pflanzen mit ungefärbten Staubbeuteln 25,96 %, von denjenigen mit gefärbten Staubbeuteln 28,05 %. Der Befall der gefärbten war dabei bei einigen Sorten stärker, bei anderen schwächer als bei den ungefärbten, so daß zwischen dem Rostbefall gefärbter und ungefärbter Pflanzen kein sicherer Unterschied besteht. Das gleiche ist von der Beziehung zwischen Staubbeutelfarbe und relativer Halmzahl zu sagen, auf deren Bestehen die Vorberechnung genau so hinweist, wie auf das Bestehen der Beziehung zwischen Rostbefall und Staubbeutelfarbe. Vermutlich sind diese Ergebnisse der Vorberechnung unliebsame Zufallstreffer gewesen, auf die man bei der geringen Zahl von Varianten für die Vorberechnung (Sortenmitteln) gefaßt sein mußte.

Die Ergebnisse der nach Bravais berechneten Korrelationen sind bei den Nachkommenschaften oft andere als bei den Stecklingspflanzen. Bei ersteren treten die Halme mehr in den Vordergrund auf Kosten der Blätter und es kann damit eine etwas andere Reaktion auf die Außenfaktoren zusammenhängen, die sich auch in den Korrelationen zu erkennen gibt. Das ist ein sehr guter Beweis dafür, wie leicht die sogenannten Korrelationen durch Modifikationen vorgetäuscht werden können. Hätte man die Beobachtungen und Berechnungen an Pflanzen im Wiesenbestande vorgenommen, so würden die Ergebnisse wohl in der

Mitte liegen, zwischen denen, die ich bei den Stecklingspflanzen einerseits, bei den Nachkommen andererseits errechnete. Denn auf der Wiese treiben die Gräser zwar nicht so ungleichmäßig und überreichlich nach, wie es die Stecklingspflanzen nach dem zweimaligen Umpflanzen taten, sie treiben aber doch wesentlich besser und weniger gleichmäßig als die Nachkommenschaften und Gräser beim Samenbau im Zuchtgarten. — Im einzelnen ist zu den Resultaten folgendes zu sagen:

Zu 1 (w): Eine Korrelation zwischen Trockenertrag und Halmgrobheit ist nur bei den Nachkommenschaften zu beobachten. Sie besagt daher nur, daß die Pflanzen, die den höchsten Ertrag bei Schaffung günstiger Bedingungen zum Samenbau liefern, grobhalmig sind. Verallgemeinern läßt sich das Resultat aber keinesfalls. Auch ist die Beziehung nur schwach angedeutet.

Zu 3 (l): Die von ZADE und in gewisser Weise von WALDRON bei anderen Gräsern genannte gegensinnige Korrelation zwischen Ertrag und Blattanteil ist ebenfalls nur beim Samenbau angedeutet und selbst dort nur sehr schwach.

Zu 3 (n): das gleiche gilt von der von FRECKMANN bei anderen Gräsern erwähnten gegensinnigen Korrelation zwischen Ertrag und Kornanteil und

Zu 4 (o): von der von ZADE genannten gegensinnigen Korrelation zwischen Halmfestigkeit und Blattanteil. Diese ist beim Samenbau ziemlich gleichmäßig angedeutet, bei anderen Wachtumsbedingungen nur sehr ungleichmäßig und sehr schwach.

Zu 5 (b): Die in der Vorberechnung angedeutete gegensinnige Korrelation zwischen Halmgrobheit und Kornanteil findet durch die Berechnungen nach BRAVAIS volle Betätigung. Das Bestehen dieser Korrelation ist für die Züchtung nur günstig. Feine Halme und hoher Kornanteil finden sich oft vereinigt.

Zu 6 (m): Blatt- und Kornanteil steht bei den Stecklingspflanzen in schwach angedeuteter gegensinniger Korrelation, wie es die meisten Züchter befürchteten. Bei den Nachkommenschaften bezw. beim Samenbau tritt diese Beziehung gerade umgekehrt auf. Dieses Resultat ist nach den Beobachtungen an den Pflanzen selbst so aufzufassen, daß bei Wachstumsbedingungen zum Samenbau der Blattanteil vorwiegend auf der Beblattung alter Halme beruht; dabei sind die Pflanzen mit gut beblatteten zahlreichen feinen Halmen diejenigen, die den meisten Samen liefern. Bei

anderen Wachstumsbedingungen, wie sie hier z. B. den Stecklingspflanzen geboten wurden, treten alte voll ausgereifte gegen später nachgetriebene Halme und sterile Blattbüschel zurück. Der Kornanteil ist bei solchen Pflanzen geringer und wird an Pflanzen größer, die weniger Nachtriebe und sterile Blattbüschel haben. Hätte man aber dafür gesorgt, daß die stark nachtreibenden wüchsigen blattreichsten Pflanzen ihre zahlreichen Triebe gleichzeitig angelegt hätten und daß alle in der Ernte samenreif wären — durch Schaffung von Wachstumsbedingungen, wie sie die Nachkommenschaften hatten, wäre das vermutlich erreicht worden — dann wären die jetzt blattreichsten Pflanzen die besten Samenträger gewesen. Man braucht deshalb in der gegensinnigen Korrelation zwischen Blatt- und Kornanteil, die übrigens viel weniger ausgesprochen ist als sie bisher zu sein galt, keine Schwierigkeiten für die Futterpflanzenzüchtung zu erblicken. Und wenn es auch zutreffen mag, daß gute Samenträger oft keine guten Blattproduzenten sind, so ist damit doch nicht gesagt, daß man aus guten Blatt- und Massenproduzenten nicht auch gute Samenträger machen kann. Es kommt jedenfalls bei der Samengewinnung viel mehr darauf an, daß man den Pflanzen die richtigen Bedingungen zum Samenbau verschafft, als daß man dem Kornanteil vor dem Blattanteil seine Aufmerksamkeit zuwendet. Die bestehenden Wechselbeziehungen sind so schwach, daß die oft geäußerte Befürchtung der Züchter, die beiden Zuchtziele seien schwer vereinbar, übertrieben erscheint.

Zu 7 (e): Wenn zwischen Blütezeit und Trockenertrag eine schwach angedeutete negative Korrelation zu bestehen scheint, so möchte ich das damit erklären, daß einmal die Schnittzeit für die späteren Pflanzen ungünstig früh war, zweitens aber die späte Entwicklung in vielen Fällen weniger auf erblicher Anlage beruhte als auf Wachstumsstörungen durch die Vorbehandlung, die dann in der Folge auch den Ertrag herabsetzten. Ob diese Ansicht richtig ist, wird übrigens sehr deutlich im nächsten Jahre zum Ausdruck kommen, wenn man die Treue der Blütezeit berechnet. Ist die Treue nur sehr schwach oder garnicht angedeutet, so wird damit meine Ansicht bestätigt[1]). — Die Korre-

[1]) Überhaupt ermöglicht die Berechnung der Treue eine Kontrolle aller Wechselbeziehungen, die man bei ausdauernden Pflanzen unter bestimmten Wachstumsbedingungen gemacht hat und deutet an, ob die Beziehungen auch unter anderen Wachstumsbedingungen bestehen dürften.

lation zwischen Blütezeit und Ertrag ist an den Nachkommenschaften nicht berechnet, weil deren Variabilität hinsichtlich der Blütezeit zu gering war, als daß sich die Aufstellung von Korrelationstabellen gelohnt hätte. Ähnliche Gesichtspunkte sind auch der Grund dafür, daß ich bei den im folgenden zu besprechenden Wechselbeziehungen die Berechnungen auf einzelne Sorten, Klone und Nachkommenschaften beschränkte.

Zu 8 (x): Zwischen Trockenertrag und Nachwuchs besteht wie zu erwarten Symplasie.

Zu 9 (aa): Zwischen Halmdichte und Halmgrobheit fand ich wenn auch nur sehr schwach angedeutet die erwartete gegensinnige Wechselbeziehung, erwartet insofern, als für Pflanzen das Gesetz zu gelten pflegt, daß sie ihre Achsen umso stärker ausbilden, je besser diese belichtet sind, und als große Halmdichte schlechte Halmbelichtung bedeuten muß. Diese Korrelation ist daher als physiologische aufzufassen.

Zu 10—12 (q): Die Halme sind um so kürzer, je dichter sie stehen, je zahlreicher und je feiner sie sind. Bei größerer Halmzahl — bei den Nachkommenschaften — kommt das deutlicher zum Ausdruck. TSCHERMACKS Beobachtungen bei Getreide finden damit bei Wiesenschwingel eine Bestätigung. Ich glaube, daß auch dies nur eine physiologische Korrelation ist, die ganz ähnliche Gründe für ihr Bestehen hat wie die, die unter 9. erwähnt sind. — Die bei den Nachkommenschaften unter 11 und 12 gefundenen Resultate sind übrigens ein gutes Beispiel für das Gesetz: „Besteht eine deutliche Korrelation zwischen den Eigenschaften a und b und zwischen a und c, so muß auch zwischen b und c Korrelation bestehen". a ist hier die mittlere Halmlänge, b die relative Halmzahl und c die Halmgrobheit. — Die Korrelation zwischen relativer Halmzahl und Halmgrobheit ist oben am Material von 1921 unter I 21, 22 besprochen. — Daß ich die mittlere Halmlänge, zu deren Ermittlung ich den Schwerpunkt der Halmenden nur geschätzt und nicht errechnet hatte, auf ihre Richtigkeit nachgeprüft habe, ist schon gesagt, die gefundenen Resultate sind daher nicht angreifbar.

Zu 13 und 14 (r): Die bei Hafer zwischen der Rispenform und dem Kornanteil bestehende Wechselbeziehung scheint bei Wiesenschwingel nicht zu bestehen.

Zu 15 (h): Die Blattfarbe kann man bei Wiesenschwingel

nicht wie Raum bei Wiesenfuchsschwanz oder Baumann bei Glatthafer zu finden, meinten, als Index der Leistungsfähigkeit ansprechen.

Zu 16 (b): Die aus Westermeiers Befunden konstruierte Wechselbeziehung zwischen Blattfarbe und Blattanteil, die negativ sein mußte, wird durch die Rechnungen nicht bestätigt, sei es, daß meine mathematische Schlußfolgerung zu weit geht und die Beziehung nur dann zu finden sein würde, wenn ich (Blattmasse mal Blattfarbe) mit (Trockenertrag ohne Blatt) direkt in Beziehung setzen würde (Symplasie), sei es, was mir wahrscheinlicher erscheint, daß man derartige Beziehungen nur auf denkbar ausgeglichenstem Boden und mit erblich einheitlichem Material bestätigt finden wird, und daß sie selbst dann noch zu schwach sind.

Zu 17—20 (p): Webbers Züchtung auf steilen Wuchs bei Lieschgras scheint mir auch bei Wiesenschwingel insofern berechtigt, als unter den steilwachsenden Pflanzen solche mit späterer Halmbildung (Blütezeit) und höherem Blattanteil etwas zahlreicher sind. Doch sind die Beziehungen nur sehr schwach, sie gehen aber mit meinen Beobachtungen an den Pflanzen im Felde parallel und finden wie in der Vorberechnung ihren Ausdruck oft darin, daß der englische Wiesenschwingel z. B. die blattreichste Sorte die steilsten Halme hatte und die drei Göttinger Klone, die blattärmsten, den flachsten Halmverlauf. — Daß die Halmbildung später eintritt (späte Blütezeit), ist ja ebenfalls nur erwünscht, weil dadurch bei frühem Schnitt weniger Halme ins Heu gelangen.

Zu 21 (b): Die Resultate, soweit sie sich auf die Stecklingspflanzen beziehen, decken sich mit meinen Beobachtungen im Felde, daß die blattreichsten Pflanzen am besten nachtrieben; das ist nur selbstverständlich, wenn man bedenkt, daß hoher Blattanteil im 1. Schnitt bei ihnen so viel bedeutet wie Vorhandensein zahlreicher Nachtriebe. Die Nachtriebe bezw. die Kraft nach zutreiben macht den Nachwuchs aus. Anders bei den Nachkommen, bei denen daher entgegengesetzte Beziehungen angedeutet sind. Die Nachkommenschaften hatten fast keine sterilen Blattbüschel und Nachtriebe im ersten Schnitt. Ihr Blattanteil beruhte auf der Beblattung ausgewachsener Halme. Unter nicht zuchtgartenmäßigen, nicht dem Samenbau angepaßten Wachstumsbedingungen würden derartige Pflanzen nicht die blattreichsten gewesen sein, und andererseits wären wohl bei früherem Schnitt

manche Pflanzen besser nachgetrieben, als es jetzt der Fall war. — Jedenfalls wird man beim Futterbau nicht zu befürchten haben, daß hoher Blattanteil schlechten Nachwuchs bedeute. —

Zu 22—24 (f und e): Der Rostbefall ist nicht an den Pflanzen am stärksten, die im 1. und 2. Schnitt den höchsten Ertrag liefern, wohl aber scheint er sich bei den Stecklingspflanzen mehr auf die blattreichsten Pflanzen zu beziehen. Bei den Nachkommenschaften ist wiederum zu berücksichtigen, daß der Blattanteil anders begründet ist. Ich glaube übrigens, daß hier Modifikationen falsches vortäuschen, denn bei den Stecklingspflanzen ist der englische Wiesenschwingel der blattreichste und am wenigsten rostbefallene.

Zu 25—27 (c und t): Die Blattbreite ist nach dem 1. Schnitt gemessen und bezieht sich daher auch bei den Nachkommenschaften auf die bei ihnen wenig zahlreichen sterilen Blattbüschel. Die mit ihr in Beziehung gesetzten Eigenschaften sind aber am 1. Schnitt beobachtet und es darf daher wieder nicht verwundern, daß die Ergebnisse bei den Nachkommenschaften anders lauten als bei den Klonen; sie sind übrigens bei den einzelnen Klonen und Nachkommenschaften recht widersprechend, höchstens zwischen Blattbreite und Halmgrobheit bei den Klonen und Nachkommenschaften je für sich einheitlich, jedoch entgegengesetzt bei Gegenüberstellung von Klonen und Nachkommenschaften bezw. Wachstumsbedingungen einmal für Futter-, einmal für Samenbau. — Nimmt man im Wiesenbestande ein Mittelding von Wachstumsbedingungen an zwischen denen der Klone und denen der Nachkommenschaften, so ist ein breites Blatt für die Halmgrobheit ziemlich bedeutungslos.

Zu 23 (i): ZADES Beobachtungen bei Glatthafer, daß hellgrüne Pflanzen rostanfälliger seien, trifft bei Wiesenschwingel nicht zu, eher ist eine sehr schwache Andeutung des Gegenteils vorhanden.

Zu 29—32 (k und s): ZADES und FRECKMANNS Beobachtungen bei Knaulgras bezw. Wiesenrispengras, daß steife Rispen sich meist auf steifem grobem Halm fänden, trifft bei Wiesenschwingel nach meinen Beobachtungen im Felde nur bisweilen zu; nach den Berechnungen ist zwar eine sehr schwache Andeutung dafür vorhanden, daß bei steilem Halmverlauf die Rispenform oft steifer ist als bei flachem. Mit der Halmgrobheit hat aber die Rispenform gar nichts zu tun, ebenso nicht mit Halmlänge oder Blattanteil.

IV. Zusammenfassung.

Die vorliegende Arbeit trägt neben der Überschrift „Variabilitätsstudien beim Wiesenschwingel" den Zusatz „ein Beitrag zur Gräserzüchtung". Man wird daher fragen: Wieweit ist durch die Untersuchungen der Gräserzüchtung gedient?

Sehe ich von der Sichtung des Sortenmaterials und einigen anderen Nebenfragen ab, so kam es vor allem darauf an, die Bedeutung der einzelnen Eigenschaften für die Züchtung auf Grund ihrer Variabilität zu prüfen. Die Prüfung ist auf dreierlei Art erfolgt:

a) Durch Feststellung der Variabilität der Sortenmittel in den einzelnen Eigenschaften,

b) durch Feststellung der Treue der Eigenschaften,

c) durch Feststellung der Wechselbeziehungen der Eigenschaften.

Das Resultat ist kurz zusammengefaßt folgendes:

Zu a: Am stärksten variieren: Blattanteil, Ertrag, Kornanteil, Halmgrobheit in dieser Reihenfolge. Der Kornanteil folgt dem Blattanteil in weitem Abstande, verdient daher lange nicht die Würdigung wie der Blattanteil, der neben dem Ertrage aus dem 1. und 2. Schnitt deshalb und zugunsten der Futternutzung die größte Rolle spielen muß. Die Stärke der Variabilität der Rostwiderstandsfähigkeit ist noch viel größer als die der anderen Eigenschaften; diese Eigenschaft, von der Futterqualität des Nachwuchses und das Nachtreiben in späteren Vegetationsperioden abhängen, verdient daher gleiche Beachtung wie der Blattanteil. Halmgrobheit würde ich nicht so schwer wiegen lassen wie Kornanteil, nachdem durch Aufnahme des Zuchtzieles Blattanteil an erster Stelle hinterm Ertrage für die Verminderung des Halmanteils gesorgt ist. Weitere Eigenschaften in die direkten Zuchtziele einzubeziehen, z. B. den Trockenanteil, ist überflüssig. Eine besondere Rolle können nur je nach der Nutzung die Entwicklungszeit und die Wuchsform spielen.

Zu b: Für die Untersuchung der Treue hatte ich sehr wenig Material. Es kam daher mehr darauf an, das Verfahren vorzuführen zur Anwendung in späteren Untersuchungen, die mir sehr wünschenswert erscheinen. — Das vorhandene Material deutet

an, daß der Blattanteil weniger treu ist als es andere Auslese-eigenschaften z. B. der Kornanteil und vor allem der Ertrag sind. Man wird daher mit der Züchtung auf hohem Blattanteil viel größere Mühe haben als mit der Züchtung auf hohen Ertrag.

Zu c: Die vielleicht bestehenden Wechselbeziehungen zwischen einzelnen Eigenschaften werden durch die Wachstumsbedingungen in der störendsten Weise getrübt. Wie sich Korrelationen, die man in Versuchen an Gräsern beobachtet, auf der Wiese verhalten werden, kann daher nur geschätzt werden. Zwischen den wichtigsten Leistungseigenschaften bestehen offenbar gar keine oder nur sehr schwache Wechselbeziehungen. Für die Züchtung günstig wäre von diesen Andeutungen zu beurteilen das gegensinnige Korrelieren von Halmgrobheit einerseits, Blatt- und Kornanteil andererseits, ungünstig das gleichsinnige Korrelieren von Ertrag- und Halmgrobheit sowie das gegensinnige Korrelieren von Blatt- und Kornanteil. Alle diese Beziehungen sind aber, wenn sie überhaupt für die Wachstumsbedingungen in der Wiese gelten, vermutlich derart schwach, daß daraus für den Züchter weder Vor- noch Nachteil entsteht, vor allem ist dies auch nicht von der allgemein befürchteten gegensinnigen Korrelation zwischen Blatt- und Kornanteil anzunehmen. Vielmehr dürften auf hohen Blattanteil gezüchtete Pflanzen auch als Samenträger ihre Pflicht tun, wenn man ihnen die zum Samenbau besten Wachstumsbedingungen schafft.

Deutlich zum Ausdruck kommen ferner folgende Wechselbeziehungen:

Gegensinnige Korrelation zwischen mittlerer Halmlänge und relativer Halmzahl,

gegensinnige Korrelation zwischen Halmgrobheit und relativer Halmzahl,

gleichsinnige Korrelation zwischen Halmgrobheit und mittlerer Halmlänge.

Das heißt für die Züchtung:

1. viele dicht gedrängt stehende Halme bleiben kurz und fein;

2. die leicht zu berechnende relative Halmzahl kann für die schwerer zu berechnende Halmgrobheit ein vorläufiges Auslesemoment sein. — Außerdem deutet in vielen Fällen steiler Halmverlauf auf spätere Halmbildung (Blütezeit) und höheren Blattanteil.

Die Versuche lehren mit größter Eindringlichkeit, daß Untersuchungen wie die angestellten in Zukunft an Material vorzunehmen sind, das 1. unter ganz ähnlichen Bedingungen erwächst, wie die Pflanzen sie bei der Nutzung haben, 2. erblich gruppenweise einheitlich veranlagt ist, damit man mit Gruppenmitteln statt mit einzelnen Individuen rechnen kann, wodurch die Modifikationen auf ein gleiches Maß herabgedrückt werden. — Weiteren Versuchen wird allerdings, wie ich glaube, nicht so sehr der Erfolg beschieden sein, unerwartete deutliche Korrelationen festzustellen. Wohl aber können sie die Resultate dieser Arbeit verdeutlichen und durch Erweiterung der Versuchsanstellung darüber Klarheit schaffen, wie sich die teilweise angedeuteten Korrelationen mit der Erntezeit, dem Alter, dem Standraum und der Veränderung der Wachstumsbedingungen verschieben. Die Resultate daraus versprechen Einblick darein zu geben, wie weit die bisher beim Anbau der Gräser im Zuchtgarten geübte Außerachtlassung der natürlichen Wachstumsbedingungen die Erreichung der Zuchtziele gefährdet und welche Mittel zur Verfügung stehen, die natürlichen Wachstumsbedingungen möglichst treu nachzuahmen.

Wenn die vorgenommenen Untersuchungen, die nur in wenigen Fällen klare Antwort auf die gestellten Fragen erteilen, für die Anlage weiterer Untersuchungen eine Grundlage sein können, dann haben sie ihr Ziel erreicht, ein Beitrag gewesen zu sein für die Gräserzüchtung.

Tabelle 1.

Eigenschaft	Durchschnitt der Sorten für		Sorte 1 Lischower W.		Sorte 2 Dänischer W.		Sorte 3 Schlesischer W	
	M.	v.	M.	v.	M.	v.	M.	v.
Frühjahrsentwicklung	2,95	—	**4,0**	—	**3,5**	—	**4,5**	—
Schoßzeit	10,07	—	**10,47**	—	**11,21**	—	**12,265**	—
Blütezeit	8,07	52,65	**9,36**	44,4	**9,73**	39,1	**10,74**	47,0
Staubbeutelfarbe	0,160	—	**0,23**	—	0,11	—	0,09	—
Rispenform	2,04	23,95	**2,13**	22,7	1,80	**29,7**	1,99	**26,25**
Wuchsform	2,71	—	**2,89**	—	**2,83**	—	**2,84**	—
Halmverlauf	2,31	17,17	**2,33**	**17,55**	**2,34**	**18,03**	**2,45**	**18,55**
Knotenfarbe	2,06	—	**2,16**	—	1,97	—	1,96	—
Spelzentarbe	1,65	—	1,63	—	1,44	—	1,50	—
Blattfarbe (nach Skala)	4,09	11,21	**4,11**	8,74	**4,16**	8,76	4,08	10,22
Blattbreite (nur bei 6 a-c)	6,833	10,10	—	—	—	—	—	—
Rostbefall	0,3633	224,8	**0,513**	169,7	**0,554**	125,8	**0,391**	178,7
Frischertrag	44,74	46,52	39,705	**49,1**	**50,40**	**47,1**	44,71	**54,8**
Trockenertrag	17,594	44,25	15,152	**47,3**	**20,43**	**46,4**	17,534	**54,6**
Trockenanteil des Gesamtertrages	39,512	13,99	38,271	**14,25**	**40,322**	13,05	38,533	**14,99**
Trockenanteil der Blätter	34,879	18,88	**35,134**	**20,42**	33,928	16,72	34,60	**19,03**
„ „ Halme	38,232	7,80	37,733	**8,18**	36,397	6,43	38,067	7,75
„ „ Rispen	56,377	12,81	55,033	11,3	53,086	7,98	**57,947**	11,25
relative Halmzahl	81,39	29,52	74,015	**30,3**	79,64	28,13	**86,08**	**31,9**
mittlere Halmlänge	73,681	10,04	**75,849**	**10,22**	**77,485**	9,07	72,30	**12,45**
Halmanteil	41,047	13,73	40,466	**14,05**	38,379	13,6	**42,334**	10,61
Halmgrobheit	99,051	28,47	**105,72**	28,04	81,39	**38,2**	**100,88**	**29,1**
Rispenanteil	33,62	20,67	32,866	20,48	**38,104**	12,42	**33,666**	19,75
Kornanteil	19,918	40,10	18,102	39,7	**21,322**	35,9	18,784	**41,8**
Gewicht einer Rispe	0,4522	27,03	**0,4884**	26,7	**0,5893**	**28,33**	0,43835	19,05
Blattanteil	22,27	43,17	**25,032**	41,8	18,866	**46,4**	**22,466**	**49,73**
Nachwuchs	39,894	56,56	**43,385**	54,76	36,73	50,8	39,50	**59,7**
ob Halme im Nachwuchs	0,395	—	0,269	—	**0,4104**	—	**0,575**	—

Sorte 4 Englischer W.		Sorte 5 Handelssaat		Sorte 6a Göttinger Klon 11/39		Sorte 6b Göttinger Klon 12/49		Sorte 6c Göttinger Klon 13/25	
M.	v.	M.	v.	M.	v.	M.	v.	M.	v.
2,5	—	2,0	—	1,0	—	1,0	—	1,5	—
8,23	—	9,43	—	8,05	—	**10,925**	—	7,50	—
5,67	**79,6**	6,84	**58,0**	6,30	42,8	7,28	46,63	4,70	**54,4**
0,18	—	**0,30**	—	0,05	—	0,05	—	0,08	—
2,09	21,8	**2,16**	**24,04**	**2,33**	15,23	1,76	15,43	**2,08**	**24,87**
2,91	—	2,54	—	2,08	—	2,45	—	2,23	—
2,46	15,33	2,25	15,34	2,11	14,43	2,11	**19,97**	1,84	**20,13**
2,13	—	1,93	—	1,86	—	**2,46**	—	**2,95**	—
1,69	—	**1,79**	—	**2,60**	—	1,18	—	**1,84**	—
3,93	**22,35**	4,07	7,93	3,99	**11,56**	**4,33**	9,21	**4,26**	6,93
—	—	—	—	6,52284	9,77	**7,2076**	9,14	6,730	**10,51**
0,0584	**459,0**	0,2352	210,7	**0,385**	**227,5**	**0,475**	192,0	**0,425**	209,3
50,665	**50,40**	**51,12**	37,5	32,50	40,7	27,70	45,24	35,25	35,76
18,584	**47,1**	**20,094**	30,9	14,45	40,77	12,05	41,80	14,796	34,63
37,667	**16,69**	39,218	13,66	**44,55**	10,9	**43,05**	11,35	**41,58**	11,46
29,552	16,45	**34,931**	**22,5**	**44,66**	11,87	**43,6**	**25,1**	**35,2**	12,63
36,20	**9,15**	**39,767**	**7,93**	**40,7**	3,93	**44,0**	9,72	**39,0**	6,62
54,5	**19,0**	55,567	**16,7**	**67,30**	4,69	**58,8**	**13,10**	**60,30**	**13,09**
77,25	**41,2**	**81,72**	25,5	**93,825**	24,8	**83,50**	13,80	**91,579**	19,47
72,549	**10,73**	**73,928**	9,42	66,15	**10,39**	72,225	8,46	71,55	6,54
34,534	**19,86**	**42,666**	14,96	**42,20**	7,34	54,0	12,08	**47,50**	5,67
108,8	**32,8**	96,26	19,82	93,0	21,0	**113,5**	23,6	96,843	22,83
25,0	**30,72**	28,134	**24,08**	**36,30**	10,30	28,40	15,75	31,20	**22,63**
17,95	**50,40**	**21,0**	**42,7**	**26,65**	28,4	19,60	29,7	**22,00**	29,58
0,44665	**41,15**	0,34765	**29,42**	**0,460**	16,5	0,378	15,0	0,372	20,84
29,134	39,5	**23,526**	40.20	14,05	**44,15**	13,0	34,52	16,684	38,3
47,917	52,10	**42,962**	52,0	22,2435	**68,8**	24,125	**74,8**	**40,25**	**69,9**
0,100	—	0,373	—	**0,828**	—	**0,450**	—	**0,650**	—

Tabelle 2.

Eigenschaft	Durchschnitt der Nachk. für		Nachk. 7a Göttinger 11/39		Nachk. 7b Göttinger 12/49		Nachk. 7c Göttinger 13/25	
	M.	v.	M.	v.	M.	v.	M.	v.
Frühjahrsentwicklung	2,725	—	**3,02**	—	2,664	—	2,49	—
Schoßzeit	11,56	—	11,52	—	**11,98**	—	11,19	—
Blütezeit	7,40	20,81	**7,71**	19,87	8,48	20,17	7,21	**22,39**
Staubbeutelfarbe	0,161	—	0,125	—	**0,254**	—	0,104	—
Rispenform	1,771	—	1,68	—	**1,79**	—	**1,833**	—
Wuchsform	2,06	—	2,02	—	**2,13**	—	2,04	—
Halmverlauf	2,503	—	2,50	—	**2,60**	—	2,41	—
Knotenfarbe	1,86	—	1,70	—	**1,89**	—	**1,98**	—
Spelzenfarbe	1,65	—	**1,72**	—	1,44	—	**1,78**	—
Blattfarbe nach Skala	3,90	—	3,71	—	**4,05**	—	**3,94**	—
„ geschätzt	2,125	—	**2,16**	—	2,11	—	2,105	—
Blattbreite	5,0389	11,10	4,687	10,15	**5,0629**	**13,42**	**5,3667**	9,74
Rostbefall	0,431	—	0,187	—	0,219	—	**0,917**	—
Frischertrag	115,01	46,9	98,35	**58,6**	**130,0**	40,8	**116,67**	41,3
Trockenertrag	52,79	47,67	46,25	**58,2**	**59,84**	41,2	52,29	43,6
Trockenanteil des Gesamtertrages	48,12	12,0	**48,91**	**13,9**	47,03	11,9	**48,416**	10,2
relative Halmzahl	173,13	32,4	**179,16**	**44,4**	162,12	29,4	**178,12**	23,4
mittl. Halmlänge	85,65	10,01	81,35	**12,95**	**91,64**	**10,20**	83,96	6,88
Halmgrobheit	48,77	29,25	**52,71**	**39,1**	48,59	24,2	45,0	24,45
Kornanteil	20,91	24,93	**22,136**	**28,8**	18,31	23,6	**22,29**	22,4
Blattanteil	13,63	30,27	12,66	**37,9**	**14,06**	26,10	**14,17**	26,8
Ertragsdichte	3,6697	34,1	3,433	**36,1**	**4,35**	**34,3**	3,226	31,90
Halmdichte	5,939	31,47	5,603	29,8	**6,50**	29,1	5,713	**35,5**
Triebdichte (im März geschätzt)	2,041	—	**2,064**	—	**2,078**	—	1,98	—
Nachwuchs	31,194	60,0	27,813	**61,9**	**34,35**	56,7	**31,42**	**61,40**
ob Halme im Nachwuchs	0,0382	—	**0,0417**	—	0,0313	—	**0,0417**	—

Tab. 3. Zusammenstellung der Berechnungen der Treue der Eigenschaften.

Lfd. Nr.	Jahr d. Auspflanzens	Eigenschaft	Die in Beziehung gesetzten Erntejahre	Bezeichnung	$r \pm m_r$	Durchschnitt
I. 1.	1920	Frischertrag	1920—1921	Stamm 11	+0,67 0,069	
				„ 12	+0,68 0,068	
				„ 13	+0,63 0,083	+0,66
	1921	Frischertrag	1921—1922	Nachk. 11/39	+0,753 0,0631	
				„ 12/49	+6,91 0,0653	
				„ 13/25	+0,765 0,0602	+0,736
I. 2.	1921	Trockenanteil	1921—1922	Nachk. 11/39	−0,1059 0,1442	
				„ 12/49	−0,107 0,142	
				„ 13/25	−0,011 0,147	−0,0746 s. III. 2.
I. 3.	1921	rel. Halmzahl	1921—1922	Nachk. 11/39	+0,438 0,126	
				„ 12/49	+0,0556 0,1265	
				„ 13/25	+0,0097 0,1525	+0,1307 s. III. 5.
II.	1920	Frischertrag	1920—1922	Stamm 11	+0,113 0,127	
				„ 12	+0,409 0,111	
				„ 13	+0,293 0,132	+0,272
III. 1.	1920	Frischertrag	1921—1922	Stamm 11	+0,590 0,084	
				„ 12	+0,316 0,120	
				„ 13	+0,552 0,1004	+0,486
III. 1.	1920	Frischertrag	1921—1922	Elitepflanzen St. 11, 12, 13	+0,288 0,137	
2.	„	Trockenanteil	„	„ „ „ „	−0,0567 0,146	s. oben
3.	„	Blattanteil	„	„ „ „ „	−0,0428 0,145	
4.	„	Kornanteil	„	„ „ „ „	+0,422 0,119	
5.	„	rel. Halmzahl	„	„ „ „ „	+0,1127 0,144	s. oben
6.	„	Halmgrobheit	„	„ „ „ „	+0,233 0,138	

Tabelle 4.

Eigenschaft	Abweichung vom Sortenmittel bei Sorte								Abweichung vom Nachkommenmittel bei Nachkommenschaft		
	1	2	3	4	5	6a	6b	6c	7a	7b	7c
Blütezeit	+	+	+	−	−	−	−	−	+	+	−
Staubbeutelfarbe	+	−	−	+	+	−	−	−	−	+	−
Rispenform	+	−	−	+	+	+	−	+	−	+	+
Halmverlauf	+	+	+	+	+	−	−	−	−	+	−
Blattfarbe nach Skala	−	+	−	−	−	−	+	+	−	+	+
Blattbreite						−	+	−	−	+	+
Rostbefall	+	+	+	−	−	+	+	+	−	−	+
Frischertrag	−	+	+	+	+	−	−	−	−	+	+
Trockenertrag	−	+	+	+	+	−	−	−	−	+	−
Trockenanteil des Gesamtertrages	−	−	−	−	−	+	+	+	+	−	+
relative Halmzahl	−	−	+	−	−	+	+	+	+	−	+
mittlere Halmlänge	+	+	−	−	+	−	−	−	−	+	−
Halmgrobheit	+	−	+	+	−	−	+	−	+	−	−
Kornanteil	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−	+
Blattanteil	+	−	+	+	+	−	−	−	−	+	+
Nachwuchs	+	−	+	+	+	−	−	+	−	+	+
Gewicht einer Rispe	+	+	−	+	−	+	−	−			

Tabelle 5. Übersicht über die Ergebnisse einer Vorberechnung von Korrelationen zwischen Sorten- bezw. Nach.-Mitteln (nach ORPHAL errechnet).

	Staubbeutelfarbe	Rispenform	Halmverlauf	Blattfarbe	Blattbreite	Rostbefall	Frischertrag	Trockenertrag	Trockenanteil	relative Halmzahl	mittlere Halmlänge	Halmgrobheit	Kornanteil	Blattanteil	Nachwuchs	Gewicht einer Rispe
Blütezeit	6/5	3/8	8/3 +	5/6	3/3	5/6	6/5	7/4 +	3/8	4/7	8/3	7/4	4/7	6/5	5/6	5/3
Staubbeutelfarbe	8/3	9/2	4/7	4/2	2/9 +	7/4	8/3	2/9	1/10 +	9/2	6/5	3/8	8/3	7/4	5/3	
Rispenform	6/5 +	5/6	3/3	5/6	6/5	5/6	5/6	4/7	6/5 +	3/8 +	6/5 +	8/3 +	9/2	5/3 +		
Halmverlauf	4/7	4/2	4/7	9/2	10/1 +	0/11	1/10	9/2	6/5 +	3/8	9/2 +	8/3	5/3			
Blattfarbe	5/1	7/4 +	6/5	5/6 +	7/4	6/5	6/5	3/8	6/5	4/7 +	5/6	3/5				
Blattbreite	3/3	5/1	4/2 +	2/4	2/4	4/2	3/3	1/5	5/1 +	1/5	—					
Rostbefall	4/7	3/8 +	7/4	8/3	4/7	5/6	6/5	4/7 +	5/6 +	4/4						
Frischertrag	10/1	2/9 +	3/8 +	7/4	4/7 +	5/6	9/2	8/3	4/4							
Trockenertrag	10/1 +	2/9 +	8/3	5/6 +	4/7 +	8/3 +	7/4 +	4/4								
Trockenanteil	10/1 +	2/9 +	5/6	8/3 +	2/9 +	3/8	3/5									
relative Halmzahl	10/1 +	6/5 +	7/4 +	3/8 +	4/7	2/6										
mittlere Halmlänge	4/7 +	5/6	7/4	6/5	5/3											
Halmgrobheit	2/9 +	6/5 +	5/6	4/4												
Kornanteil	3/8 +	4/7	4/4													
Blattanteil	10/1 +	4/4														
Nachwuchs	3/5															

Zeichenerklärung:

—/—: in der Vorberechnung angedeutete Korrelationen.

+: nach BRAVAIS Sortenweise an Einzelindividuen berechnete Korrelationen.

Tabelle 6.

Korrelationen aus der Ernte 1921 (nach Bravais errechnet).

Nr.	Die in Beziehung gesetzten Eigenschaften	$r \pm m_r$ bei den Elitepflanzen Zucht 1920						Durchschn.-Pflanzen 2jährig
		Stamm 11		Stamm 12		Stamm 13		
1.	Frischertrag — Trockenanteil	+ 0,185	± 0,25	+ 0,150	± 0,22	− 0,123	± 0,22	+ 0,0707
2.	„ — Halmzahl	+ 0,96	± 0,021	+ 0,75	± 0,098	+ 0,72	± 0,11	+ 0,6033
3.	„ — Halmzahl je 100 g Frischertrag	+ 0,14	± 0,25	− 0,081	± 0,22	+ 0,013	± 0,22	+ 0,024
4.	„ — Halmgrobheit	− 0,156	± 0,26	+ 0,076	± 0,22	+ 0,34	± 0,20	+ 0,0807
5.	Trockenertrag — Trockenanteil	+ 0,527	± 0,187	+ 0,52	± 0,163	+ 0,218	± 0,214	+ 0,4217
6.	„ — Blattanteil	+ 0,453	± 0,21	− 0,14	± 0,22	− 0,13	± 0,22	+ 0,061
7.	„ — Kornanteil	− 0,035	± 0,26	− 0,014	± 0,22	− 0,11	± 0,22	− 0,053
8.	„ — rel. Halmzahl	− 0,254	± 0,24	− 0,241	± 0,21	+ 0,182	± 0,22	− 0,1043
9.	„ — Halmgrobheit	− 0,082	± 0,26	+ 0,161	± 0,22	+ 0,235	± 0,21	+ 0,1047
10.	Trockenanteil — Blattanteil	+ 0,425	± 0,21	− 0,031	± 0,22	− 0,054	± 0,22	+ 0,113
11.	„ — Kornanteil	+ 0,33	± 0,24	+ 0,41	± 0,19	− 0,43	± 0,18	+ 0,103

12.	Trockenanteil — Halmzahl	+ 0,185	± 0,25	+ 0,208	± 0,21	+ 0,208	± 0,21	+ 0,2003
13.	„ — Halmzahl je 100 g Frischertrag	— 0,197	± 0,25	+ 0,218	± 0,21	+ 0,507	± 0,17	+ 0,176
14.	„ — rel. Halmzahl	— 0,654	± 0,17	— 0,259	± 0,21	+ 0,203	± 0,214	— 0,237
15.	„ — Halmgrobheit	+ 0,645	± 0,155	— 0,029	± 0,22	— 0,333	± 0,20	+ 0,0943
16.	Blattanteil — Kornanteil	— 0,198	± 0,255	— 0,439	± 0,18	— 0,124	± 0,22	— 0,2537
17.	„ — rel. Halmzahl	— 0,44	± 0,21	+ 0,22	± 0,215	— 0,075	± 0,221	— 0,0983
18.	„ — Halmgrobheit	— 0,146	± 0,25	— 0,517	± 0,144	— 0,027	± 0,22	— 0,230
19.	Kornanteil — rel. Halmzahl	— 0,0372	± 0,257	— 1,191	± 0,216	+ 0,386	± 0,1901	+ 0,0526
20.	„ — Halmgrobheit	+ 0,0521	± 0,256	+ 0,1023	± 0,222	— 0,0938	± 0,22	+ 0,0202
21.	Halmgrobheit — Halmzahl je 100 g Frischertrag	— 0,665	± 0,144	— 0,744	± 0,10	— 0,734	± 0,103	— 0,7143
22.	„ — rel. Halmzahl	— 0,662	± 0,145	— 0,842	± 0,062	— 0,764	± 0,093	— 0,756

		bei den Nachkommenschaften						Pflanzen
		11/39		12/49		13/25		1 jährig
1a.	Frischertrag — Trockenanteil	+ 0,0124	± 0,145	— 0,137	± 0,123	+ 0,375	± 0,127	+ 0,0752
2a.	„ — rel. Halmzahl	— 0,205	± 0,148	— 0,158	± 0,125	— 0,109	± 0,151	— 0,1573
5a.	Trockenertrag — Trockenanteil	— 0,0155	± 0,146	+ 0,0602	± 0,125	+ 0,502	± 0,110	+ 0,1822
14a.	Trockenanteil — rel. Halmzahl	+ 0,177	± 0,149	+ 0,0915	± 0,126	— 0,17	± 0,148	+ 0,0328

Tabelle 7.

Zusammenstellung der Korrelationen aus

Nr.	Die in Beziehung gesetzten Eigenschaften	$r \pm m_r$ bei Sorte				
		1	2	3	4	5
1.	Trockenertrag — Halmgrobheit	+ 0,178	+ 0,0782	+ 0,1298	+ 0,0516	+ 0,0177
		0,0895	0,0913	0,0900	0.091	0,0917
2.	„ — Blattanteil	+ 0,1248	— 0,0217	— 0,0512	+ 0,087	— 0,0536
		0,0902	0,0917	0,091	0,091	0,0915
3.	„ — Kornanteil	— 0,1515	— 0,0589	— 0,176	— 0,0372	+ 0,2180
		0,0892	0,092	0,0883	0,0912	0,0873
4.	Halmgrobheit — Blattanteil	+ 0,1935	— 0,2623	— 0,1987	+ 0,0552	+ 0,0728
		0,089	0,0854	0,088	0,0914	0,0912
5.	„ — Kornanteil	— 0,3025	— 0,0985	— 0,415	— 0,401	— 0,222
		0,084	0,0912	0,076	0,0766	0,0873
6.	Blattanteil — Kornanteil	— 0,398	— 0,0135	— 0,1983	— 0,519	— 0,3077
		0,0774	0,092	0,0877	0,067	0,0831
7.	Blütezeit — Trockenertrag	— 0,1843	— 0,262	— 0,3077	— 0,1908	— 0,2459
		0,0885	0,0853	0,0827	0,088	0,086
8.	Nachwuchs — Trockenertrag	+ 0,630	+ 0,606	+ 0,484	+ 0,598	+ 0,3782
		0,0556	0,0585	0,0701	0,0586	0,0788
9.	Halmdichte — Halmgrobheit	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
10.	„ — mittl. Halmlänge	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
11.	mittl. Halmlänge — rel. Halmzahl	— 0,355	— 0,154	— 0,393	— 0,414	—
		0,0801	0,0894	0,0772	0,0757	—
12.	„ „ — Halmgrobheit	+ 0,0507	— 0,0169	+ 0,1324	+ 0,2067	—
		0,0922	0,0917	0,090	0,0873	—
13.	Rispenform — Gewicht einer Rispe	+ 0,276	— 0,417	—	—	+ 0,324
		0,169	0,156	—	—	0,163
14.	„ — Kornanteil	+ 0,221	+ 0,0547	—	—	— 0,0018
		0,0876	0,092	—	—	0,092
15.	Blattfarbe — Trockenertrag	— 0,1327	+ 0,214	+ 0,0233	+ 0,144	—
		0,0901	0,0801	0,0912	0,0893	—
16.	„ — Blattanteil	— 0,0545	+ 0,0495	— 0,110	+ 0,193	—
		0,0912	0,0915	0,0903	0,0882	—

Tabelle 7.

der Ernte 1922 (errechnet nach Bravais).

Kl. 6a	6b	6c	Durchschn. von r bei 1—6	$r \pm m_r$ bei Nachk. 7a	7b	7c	Durchschn. von r bei 7a—c
+ 0,2722	— 0,3758	— 0,113	+ 0,0273	+ 0,326	+ 0,476	+ 0,266	+ 0,356
0,1465	0,1283	0,160	—	0,1295	0,0967	5,134	—
+ 0,0076	+ 0,128	+ 0,1393	+ 0,0450	— 0,2298	— 0,160	— 0,0984	— 0,1627
0,158	0,155	0,159	—	0,1362	0,140	0,143	—
+ 0,0383	+ 0,1180	+ 0,0409	— 0,00105	— 0,2392	— 0,2092	— 0,0318	— 0,1601
0,1575	0,1560	0,162	—	0,1360	0,1195	0,144	—
— 0,0904	— 0,462	+ 0,161	— 0,0664	— 0,490	— 0,5815	— 0,242	— 0,4378
0,157	0,1245	0,158	—	0,1095	0,0828	0,136	—
+ 0,0426	— 0,540	— 0,478	— 0,3018	— 0,387	— 0,521	— 0,5025	— 0,4702
0,158	0,112	0,125	—	0,123	0,0912	0,108	—
— 0,3124	+ 0,1032	— 0,693	— 0,2923	+ 0,1985	+ 0,075	+ 0,1628	+ 0,1454
0,1426	0,1564	0,0842	—	0,1375	0,124	0,1404	—
— 0,439	— 0,5965	+ 0,1376	— 0,2611	—	—	—	—
0,1276	0,102	0,157	—	—	—	—	—
+ 0,602	+ 0,612	+ 0,521	+ 0,5539	+ 0,715	+ 0,934	+ 0,3083	+ 0,6528
0,108	0,099	0,116	—	0,0705	0,0159	0,132	—
—	—	—	—	— 0,224	— 0,112	— 0,1905	— 0,1755
—	—	—	—	0,137	0,123	0,140	—
—	—	—	—	— 0,245	+ 0,1063	— 0,406	— 0,1816
—	—	—	—	0,136	0,123	0,122	—
—	—	—	— 0,329	— 0,737	+ 0,677	— 0,702	— 0,7443
—	—	—	—	0,0664	0,067	0,0732	—
—	—	—	+ 0,0932	+ 0,315	+ 0,439	+ 0,323	+ 0,359
—	—	—	—	0,130	0,101	0,129	—
—	—	—	+ 0,061	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+ 0,0913	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+ 0,0622	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+ 0,0195	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 8.

Zusammenstellung der Korrelationen aus

Nr.	Die in Beziehung gesetzten Eigenschaften	r ± mr				
		1	2	3	4	5
17.	Halmverlauf — Blütezeit	+ 0,301	+ 0,346	+ 0,255	+ 0,150	—
		0,083	0,0808	0,0852	0,0882	—
18.	„ — Halmgrobheit	— 0,053	+ 0,203	— 0,148	—	—
		0,092	0,088	0,0897	—	—
19.	„ — Blattanteil	+ 0,0178	+ 0,197	+ 0,295	+ 0,0738	
		0,0916	0,0882	0,0835	0,0908	
20.	„ — Trockenertrag	— 0,1385	— 0,1495	— 0,132	+ 0,0228	—
		0,0899	0,0896	0,0897	0,0912	—
21.	Blattanteil — Nachwuchs	+ 0,305	—	+ 0,1437	+ 0,176	+ 0,0997
		0,0835	—	0,0893	0,0888	0,0912
22.	Rostbefall — Trockenertrag	+ 0,0496	+ 0,0236	+ 0,153	—	+ 0,0432
		0,0914	0,092	0,0891	—	0,0914
23.	„ — Nachwuchs	+ 0,1955	— 0,017	+ 0,0859	—	— 0,087
		0,0884	0,0924	0,0906	—	0,0914
24.	„ — Blattanteil	+ 0,102	+ 0,208	+ 0,1395	—	+ 0,498
		0,0907	0,0881	0,0894	—	0,0598
25.	Blattbreite — Trockenertrag	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
26.	„ — Blattanteil	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
27.	„ — Halmgrobheit	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
28.	Blattfarbe — Rostbefall	+ 0,371	— 0,0472	— 0,0041	—	—
		0,0785	0,0912	0,0913	—	—
29.	Rispenform — Halmverlauf	+ 0,0579	— 0,243	— 0,2047	— 0,1725	—
		0,0911	0,086	0,0857	0,0885	—
30.	„ — mittl. Halmlänge	+ 0,135	— 0,0745	+ 0,150	+ 0,159	—
		0,0897	0,0912	0,0892	0,089	—
31.	„ — Halmgrobheit	— 0,139	— 0,1895	— 0,0071	+ 0,0528	—
		0,0904	0,0884	0,0917	0,0911	—
32.	„ — Blattanteil	— 0,283	— 0,0566	+ 0,0376	—	—
		0,0843	0,0912	0,0911	—	—

Tabelle 8.

der Ernte 1922 (errechnet nach Bravais). (Forts. von Tab. 7.)

bei Sorte			Durchschn. von r bei 1—6	$r \pm m_r$ bei Nachk.			Durchschn. von r bei 7a—c
Kl. 6a	6b	6c		7a	7b	7c	
—	—	—	+ 0,2513	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+ 0,0007	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+ 0,1459	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	— 0,0993	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+ 0,1833	— 0,1425	— 0,254	— 0,198	— 0,1982
—	—	—	—	0,1413	0,117	0,139	—
—	—	—	+ 0,0674	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+ 0,0675	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+ 0,2369	+ 0,0248	— 0,293	— 0,1585	— 0,1422
—	—	—	—	0,144	0,114	0,142	—
— 0,3343	+ 0,1737	+ 0,1993	+ 0,0129	+ 0,2273	+ 0,2845	— 0,0373	+ 0,1582
0,1501	0,159	0,154	—	0,140	0,1168	0,144	—
+ 0,0273	+ 0,0847	— 0,164	— 0,0173	— 0,398	— 0,1227	+ 0,0492	— 0,1572
0,168	0,163	0,158	—	0,124	0,125	0,144	—
— 0,2147	— 0,3975	— 0,1384	— 0,2505	+ 0,359	+ 0,422	+ 0,3743	+ 0,3851
0,161	0,138	0,159	—	0,1285	0,1043	0,124	—
+ 0,175	+ 0,0667	+ 0,284	+ 0,1409	—	—	—	—
0,155	0,157	0,145	—	—	—	—	—
—	—	—	— 0,1406	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	+ 0,0924	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	— 0,0707	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	— 0,0629	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 9.

Einige Daten der Stämme 11, 12, 13 und der Nachk. 7a/c im Jahre 1921.

1. Frischertrag je Pflanze	Stamm 11		Stamm 12		Stamm 13		Durchschnitt
65 Pfl. je Stamm 1920 .	108,4	± 4,67	114,0	± 5,68	137,0	± 5,18	119,8
1921 .	171,0	± 4,79	170,0	± 4,48	150,7	± 5,06	163,9
1922 .	52.3	± 3,72	50,81	± 3,45	62.17	± 3,62	55,1
Summe	331,7	—	334,81	—	349,87	—	338,8

2. Elitepflanzen 1921 15—20 Pflanzen je Stamm	Stamm 11		Stamm 12		Stamm 13	
	M	s	M	s	M	s
Frischertrag	260,7	53,8	242,0	42,6	219,0	42,4
Trockenertrag	92,7	19,3	85,0	18,25	84,5	15,8
Trockenanteil	35,0	3,83	35,7	2,76	39,1	2,494
Blattanteil	15,67	5,74	16,8	7,84	9,60	5,62
Kornanteil	8,67	2,656	9,10	3,82	10,3	3,70
Halmgrobheit	0,766	0,114	0,730	0,136	0,773	0,111
Halmzahl je 100 g Frischertrag .	37.47	3,22	42,00	3,55	49,20	8,48
rel. Halmzahl je 100 g Trockenertr.	105.67	11,24	120,0	18,2	126,0	17,6

3. Die Elitepflanzen nicht nach Stämmen getrennt, für die Berechnung der Treue. (zusammen 46 Pflanzen)	1921		1922	
	M	s	M	s
Trockenanteil	35,23	3,66	47,3	5,84
Blattanteil	13,202	2,422	11,69	2,67
Kornanteil	9,947	3,603	20,35	4,44
rel. Halmzahl	114,89	18,25	226,9	55,6
Halmgrobheit	0,860	0,127	0,4677	0,1083

4. Die Nachkommenschaften: Ernte 1921	St. 11/39 = 7a		St. 12/49 = 7b		St. 13/25 = 7c	
	M	s	M	s	M	s
Frischertrag	66,7	35,0	87,34	36,4	114,18	44,15
Trockenertrag	20,005	11,625	23,305	10,51	33.915	15,30
Trockenanteil	30,968	3,082	26,282	3,194	28,83	3,826
rel. Halmzahl	67,34	28,10	60,00	25,20	40,20	29,15

Über die Verwitterung des Granits am Wurmberge bei Braunlage im Harz,

zugleich ein Beitrag zur Frage nach der Bedeutung des VAN BEMMELENschen Verwitterungs-Silikates für die Kennzeichnung von Bodentypen und Verwitterungsart.

von

E. BLANCK und H. PETERSEN.[1])

Von allen Gesteinen ist der Granit hinsichtlich seiner Verwitterung am häufigsten Gegenstand der Untersuchung gewesen, so daß man wohl der Ansicht sein könnte, unsere Kenntnis über die fragliche Erscheinung sei völlig geklärt. Wie jedoch ein eingehendes Studium des Schrifttums über diesen Gegenstand lehrt, sind die Ergebnisse der diesbezüglichen Untersuchungen durchaus nicht eindeutig. Das liegt nun nicht etwa allein darin begründet, daß die chemische und petrographische Natur dieses Gesteins außerordentlich verschieden ist und auch die Verwitterungseinflüsse beträchtlich abweichender Art sein können, sondern daß die Vorgänge der Zersetzung und Verwitterung nicht immer streng voneinander geschieden worden sind. Aus diesem Grunde erschien es schon gerechtfertigt, nochmals diesem Problem nachzugehen, und zwar den Gang der Gesteinsaufbereitung bis zur Ausbildung des Bodens an der Hand eines einwandfreien, vielstufigen Profils zu verfolgen, da die meisten bekannt gewordenen Untersuchungen nur über wenige Verwitterungsstufen verfügen. Zugleich sollte dabei die für bodenkundliche Zwecke bedeutungsvolle Frage geprüft werden, ob das sogenannte Verwitterungs-Silikat nach VAN BEMMELEN in allen Stadien der Verwitterung des Gesteins das nämliche bliebe, wie dieses bei sich nicht verändernden klimatischen Ein-

[1]) Zugleich Auszug aus der Dissertation von H. PETERSEN.

flüssen vorausgesetzt werden müßte. Demzufolge mußte das Verwitterungsprofil nicht nur eine größere Anzahl von Entwicklungsstadien aufweisen, sondern es mußte auch durch seine geologischen Verhältnisse gewährleistet werden, daß während der Zeitdauer seiner Bildung ein nicht wesentlich verschiedenes Klima geherrscht habe. Diese Voraussetzung zu erfüllen, erwies sich als ganz besonders schwierig, jedoch glauben wir derselben in dem von uns herangezogenen Granitverwitterungsprofil am Wurmberge bei Braunlage im Harz soweit wie möglich gerecht geworden zu sein.

Auf die petrographischen Verhältnisse des Granites einzugehen, ist hier nicht der Ort. Wir verstehen mit H. Rosenbusch unter Granit hypidiomorph-körnige, nicht selten porphyrische Struktur annehmende, durch die Mineralkombination Alkalifeldspat-Quarz gekennzeichnete Tiefengesteine. Als Alkalifeldspate herrschen Orthoklas, Mikroklin und Albit vor, neben diesen treten Kalknatronfeldspate, wie Oligoklas und Andesin auf. Je nach ihrem Vorhandensein oder Fehlen sind die Granite in Alkalikalkgranite und Alkaligranite zu zergliedern. Begleitet werden beide Untergruppen von Mineralen der Glimmer-, Amphibol- oder Pyroxen-Familie, jedoch die erstere mehr als die zweite. Als Nebengemengteile sind dann noch aufzuführen: Magnetit, Apatit und Zirkon und schließlich sind noch eine Reihe sogenannter Übergemengteile vorhanden. In keinem Granit sind aber die aufgeführten Hauptgemengteile gleichzeitig zugegen, so treten in den Alkaligraniten neben Alkalifeldspat und Quarz die farbigen Gemengteile nicht streng geschieden als Glimmer, Amphibol oder Aegirin auf, obwohl einer dieser stets die Vorherrschaft, die bis zur alleinigen Anteilnahme führen kann, genießt. Bei den normalen oder Alkalikalkgraniten ist neben der Kombination Quarz-Alkalifeldspat stets ein saurer Plagioklas, der unter Umständen den Alkalifeldspat an Menge überwiegen kann, zugegen und lassen sich die Vertreter dieser Gruppe mit ihren Bestandteilen weiter als eigentlicher Granit, Granitit, Amphibolgranit und Pyroxengranit bezeichnen.[1]) Daß unter solchen Verhältnissen der Mineralzusammensetzung der Verwitterungsverlauf und der Ausfall des Verwitterungsproduktes sehr wechselnd sein kann, bedarf nicht des ausdrücklichen Hinweises, insofern die Verwitterung der ver-

[1]) H. Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre.

schiedenen Feldspate, des Glimmers, Amphibols und Pyroxens unter sich, wie im Gegensatz zum Quarz, sehr abweichend vor sich geht, um nur ganz kurz der Hauptgemengteile zu gedenken. Da es uns jedoch zu weit führen würde, wenn wir auch nur oberflächlich den Verwitterungsverlauf der einzelnen am Aufbereitungsvorgang der Granite beteiligten Minerale verfolgen würden, so wollen wir uns in dieser Beziehung unmittelbar dem Granit zuwenden.

F. Sandberger[1]) hat Mitteilungen gemacht über Untersuchungen, die allerdings nicht von einem sich ganz entsprechenden Material ausgehen. Hiernach würde der Verwitterungsvorgang durch eine relative Anreicherung von SiO_2 und Al_2O_3, und eine Fortfuhr von besonders CaO und MgO, weniger von Fe und Na_2O und ganz wenig von K_2O gekennzeichnet sein. Eine von A. Stöckhardt[2]) noch früher unternommene Untersuchung leidet gleichfalls darunter, daß das Material nicht zweckentsprechend ausgewählt worden ist. Dennoch ist, trotz des Fehlens der Analyse des frischen Gesteins, zu schließen, daß der Gehalt an SiO_2 etwas verringert, der an Tonerde beträchtlich vermehrt wurde und eine Abnahme von CaO, MgO, K_2O und Na_2O, besonders von letzterem stattgefunden hat, während sich die P_2O_5 vermehrt hat und das Fe nahezu gleichgeblieben ist. J. Lemberg[3]) entnimmt aus seinen Untersuchungen des Jahres 1868 über die Gebirgsarten der Insel Hochland, indem er sich auf ein zur Hauptsache aus Quarz und Oligoklas bestehendes Gestein bezieht, „daß unter Aufnahme von Wasser, Eisenoxyd und Magnesia der Kalk stärker ausgewaschen wird als das Natron; das Kali ist vermehrt worden". Die von ihm ausgeführten Analysen des frischen und angegriffenen Granits von Abo[4]) zeigen eine Zunahme an Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, K_2O und H_2O, eine Abnahme an CaO und Na_2O, und da der Gang des Prozesses vornehmlich durch die Zerlegung der Feld-

[1]) F. Sandberger, Unters. über die Erzgänge von Wittichen im badischen Schwarzwalde. N. J. f. Min. 1868, S. 390.

[2]) A. Stöckhardt, Studien über den Boden. Landw. Versuchs-Stationen I, 1859, S. 175—179.

[3]) J. Lemberg, Arch. f. d. Naturkd. Liv-, Est- und Kurlands. Ser. I, Bd. IV, S. 351.

[4]) Ders., Über einige Umwandlungen finnländischer Feldspate. Z. d. D. geol. Ges. 22, 1870, S. 335—372.

spate bedingt wird, so lautet sein Schlußergebnis: „Die Feldspate verlieren die Monoxyde fast vollständig, die Kieselsäure zum Teil, nehmen dagegen Wasser und Eisenoxyd auf. Sie tauschen ihre Monoxyde gegen andere aus, und zwar Kalk und Alkali gegen Magnesia, Natron und Kalk gegen Kali; Kieselsäure und Tonerde werden teilweise ausgeschieden, Wasser und Eisenoxyd aufgenommen". (S. 342.)

In seiner bekannten Arbeit über Silikatumwandlungen[1]) bringt sodann J. Lemberg ein reichhaltiges Material in Bezug auf die Umwandlung des Granits bei, und es erweist sich der Übersichtlichkeit halber wohl als am besten, wenn wir die von ihm gefundenen Analysenzahlen wiedergeben.

Granit von Mitweida in Sachsen: 1. unzersetzt, 1a. zu einem tonigen Grus zerfallen; 1b. tonig, etwas plastisch; 2. desgl. anderer Fundort, unzersetzt; 2a. zersetzt, bröckelig, steinmarkähnlich gefärbt.

	1	1a	1b	2	2a
SiO_2	68,17	68,49	73,43	72,20	73,68
Al_2O_3	16,34	14,71	10,51	14,14	14,20
Fe_2O_3	2,32	2,76	3,09	2,15	1,24
CaO	0,89	0,54	0,53	0,67	0,76
K_2O	6,66	5,75	2,32	5,97	5,81
Na_2O	3,41	0,94	0,13	2,98	1,52
MgO	0,55	0,95	1,16	0,22	0,34
H_2O	0,96	5,80	7.79	0,96	2,85
	99,30%	99,04%	98,96%	99,29%	100,00%

Granit von Waldheim in Sachsen: 3. unzersetzt; 3a. zersetzt zu einer bröckeligen, braunen Masse; 4. desgl. anderer Fundort, unzersetzt; 4a. zersetzt zu einer braunen, bröckeligen, tonigen Masse.

	3	3a	4	4a
SiO_2	73,00	74,14	76,12	75,89
Al_2O_3	15,04	10,72	13,42	11,61
Fe_2O_3	1,74	4,84	1,28	1,57
CaO	0,73	0,38	0,34	0,23
K_2O	5,23	4,80	4,89	4,32
Na_2O	3,49	0,82	3,10	0,24
MgO	0,41	0,88	0,19	0,54
H_2O	0,94	3.42	1,06	3,77
	100,58%	100,00%	100,40%	98,17%

[1]) J. Lemberg, Zeitschr. d. D. geol. Ges. 28, 1876, S. 596 u. 597.

5. Wenig veränderter Granit von Mittweida; 5a. talkähnliches Umwandlungsprodukt, 3 mm dick; 6. sehr feinkörniger, grauer „unzersetzter Granit"; 6a. ziemlich graue, schmierige, fettglänzende Masse; 7. etwas veränderter Granit, Zschopautal; 7a. der fleischfarbige Granit ist 2—3 mm dick in ein hellgrünes Produkt übergegangen.

	5	5a	6	6a	7	7a
SiO_2 .	65,38	65,77	71,05	68,74	73,36	72,57
Al_2O_3 .	16,21	15,35	14,65	11,23	14,02	13,28
Fe_2O_3 .	3,98	3,63	2,83	6,77	1,66	3,22
CaO .	1,19	0,64	0,72	0,53	0,44	0,28
K_2O .	5,80	6,95	4,11	4,13	5,69	5,45
Na_2O .	2,96	1,33	2,86	0,36	2,95	1,23
MgO .	1,26	1,69	1,03	3,26	0,49	1,36
H_2O .	1,78	3,34	0,85	4,97	1,41	3,08
	98,59%	98,70%	98,10%	99,98%	100,02%	100,47%

Trotz verschiedener, teilweise sogar erheblicher Abweichung, darf man aus diesen Zahlen wohl den Schluß ableiten, daß bei der Verwitterung des Granits der SiO_2-Gehalt nur geringfügig verändert wird, und zwar zumeist im positiven Sinne. Sodann erfahren Fe_2O_3, MgO und H_2O eine Vermehrung, die für Fe_2O_3 unter Umständen sehr beträchtlich sein kann. Al_2O_3, CaO und Na_2O verringern sich fast stets, für Na_2O ist dies sogar unbedingt und in sehr erheblicher Menge der Fall. In Bezug auf das K_2O liegen die Verhältnisse wohl derartig, daß man im allgemeinen auf ein Gleichbleiben, jedoch mit der Tendenz nach einer Verminderung hin rechnen darf, diese aber unter Umständen sogar stark in Erscheinung zu treten vermag.

G. Bischof[1]) weist mit Recht darauf hin, daß im Granit der Oligoklas viel schneller als der Orthoklas der Umbildung unterliegt. Die erste Folge der beginnenden Zersetzung erblickt er mit vielen anderen Autoren in der Ausscheidung von Eisenoxydhydrat, die aber nicht von einer Zerlegung von Glimmer herrührt. Sie wird veranlaßt durch die Oxydation von FeO durch den Sauerstoff der Luft bei Gegenwart von Wasser. Sodann teilt er zwei Analysen von zersetztem und unzersetztem Granit mit und folgert aus der ersten, daß der Wassergehalt die erste eingetretene Ver-

[1]) G. Bischof, Lehrb. der chem. und physikal. Geologie Bd. III. Bonn 1866, S. 316 und 317.

änderung anzeigt und später eine relative Anreicherung von SiO_2 Platz greift, die Summe der Alkalien zwar einen Verlust aufweist, aber das Natron dennoch zunimmt. Infolgedessen gelangt er zu dem Urteil: „Da Chlornatrium Kalisilikat zersetzt und Natronsilikat und Chlorkalium entstehen, so ist denkbar, daß diese Zunahme von einer solchen teilweisen Zersetzung des Kalisilikat herrührt." Allerdings hält er es auch für merkwürdig, daß das Natronsilikat einer Zersetzung entzogen ist, da dieses im allgemeinen in viel größerer Menge zerlegt wird als das Kalisilikat. Da aber der Ausfall der anderen Analyse ein gänzlich andersartiges Bild erkennen läßt, so sieht er hierdurch große Widersprüche für seine Erklärung gegeben und hofft, daß jene aufgeklärt würden. Man gewinnt somit den Eindruck, daß die von Bischof mitgeteilten Befunde als wenig geeignet erscheinen können, den Verwitterungsverlauf des Granits darzutun, zumal man nicht einmal Gewißheit erhält, ob es sich in den von ihm namhaft gemachten Fällen um Verwitterungserscheinungen oder um im Innern des Granits vollzogene Zersetzungsvorgänge handelt. Es mag schließlich nicht unerwähnt bleiben, daß der Genannte die Ansicht vertrat, „daß sowohl bei der Metamorphose als bei der Zersetzung der Gesteine bald Natronsilikate in Kalisilikate, bald diese in jene umgewandelt werden können, je nachdem die Gewässer bald Kalikarbonat, bald Chlornatrium enthalten". Modifikationen seien außerdem möglich, so daß es geschehen könne, daß sich die zersetzenden Wirkungen gegenseitig aufheben. (S. 319.) Die noch weiter von ihm herangezogenen Analysen verwirren das Bild noch mehr.

Auch A. Hilger und K. Lampert[1]) gehen von der Ansicht aus, daß die Granitverwitterung in der Aufnahme von Wasser besteht. Sodann tritt nach ihnen eine Zunahme von Al_2O_3 und Abgabe von CaO, MgO und speziell der Alkalien bis zur Bildung von Kaolin ein, jedoch zufolge verschiedener Komplikationen erscheint ihnen dieser Vorgang noch viel verwickelter. Nach ihren eigenen Untersuchungen zu urteilen, die sie mit einem Oligoklas-führenden Granit durchgeführt haben, stimmen ihre Befunde insofern mit obiger Ansicht überein, als zwar Tonerde und Wasser stark zugenommen haben, aber CaO viel stärker als

[1]) A. Hilger und K. Lampert: Über die Verwitterungsprodukte des Granits von der Luisenburg im Fichtelgebirge. Landw. Vers. Stat. 33. 1887. S. 161—169.

MgO, Na_2O und K_2O verschwunden ist. Insbesondere ist so gut wie kein Verlust beim K_2O zu beobachten. Eisen sowohl als Oxyd wie Oxydul ist stark verringert worden. Ob sich aber, wie sie meinen, die drei von ihnen untersuchten Zerfallsstadien „als Glieder der langen Zwischenreihe zwischen Granit und dessen letztem Verwitterungsprodukt dem Kaolin" dartun, erscheint nach den von ihnen gemachten Angaben, besonders in Bezug auf die Verhältnisse im Alkaligehalt als etwas zweifelhaft. Hilger und Lampert haben den bei ihrem Untersuchungsmaterial festgestellten Vorgang als einen im allgemeinen normal verlaufenden angesprochen und sagen darüber folgendes aus: »Derselbe muß durch den Einfluß der CO_2 und des O im Verein mit Wasser die Oxyde von der Zusammensetzung des Me"O, darunter auch FeO und Me" $(OH)_2(CO_3)_2$ verlieren, die Kieselsäure wird im Hydratzustand abgeschieden und geht teilweise in Lösung, die Sesquioxyde bleiben mit Kieselsäure zurück. Es müssen also die Zwischenprodukte zwischen Kaolin und Granit sich an Sesquioxyden bereichern, während der Gehalt an Monoxyden abnimmt, ebenso muß beim Behandeln der Verwitterungsprodukte mit HCl im ganzen mehr in Lösung gehen." (S. 166.) Jedoch wird andererseits betont, daß ihre Resultate nur für natronreiche Granite Gültigkeit beanspruchen können.

Die analytischen Belege, welche J. Hazard[1]) bezüglich der Granitverwitterung beibringt, sind unvollständig. Es handelt sich hier um die Umwandlung eines vorwiegend aus Plagioklas bestehenden und nur wenig Orthoklas führenden Granits. Hazard entnimmt seinen Befunden, daß mit relativer Anreicherung (!) an SiO_2 eine Abfuhr von Sesquioxyden und namentlich Monoxyden verbunden ist. Auch in der Zusammenstellung, welche von J. Roth[2]) über den in Rede stehenden Gegenstand gegeben worden ist, finden wir nichts Neues, insofern er die schon angeführten Untersuchungen aufzählt. Vor allen Dingen vermißt man auch hier eine kritische Verarbeitung des sich zum Teil recht widersprechenden Materials. M. Geldmacher[3]), dem wir Beiträge zur Verwitterung der Porphyre,

[1]) L. Hazard, Die Bildung der Ackererde durch Verwitterung. Landw. Vers. Stat. 24. 1880. S. 225—251, S. 233 ff.

[2]) J. Roth, Allgemeine und chemische Geologie III. Berlin 1893. S. 221—226.

[3]) M. Geldmacher, Diss. Erlangen 1889.

die in chemischer und mineralogischer Beschaffenheit den Graniten sehr nahe verwandt sind, verdanken und dementsprechend hier gleichfalls herangezogen werden können, weist besonders auf die Tonerde- bezw. Tonanreicherung bei vorliegendem Vorgang hin. Nach ihm nimmt der Eisengehalt mit zunehmender Verwitterung ab und am wenigsten widerstandsfähig zeigen sich die Natronsilikate. A. Dannenberg und E. Holzapfel[1]) entnehmen einem hinsichtlich seines Vorkommens nicht ganz vergleichbaren Material, daß die starke Abnahme des Kalkgehaltes die bezeichnendste Erscheinung des ganzen Prozesses ist, während sich eine solche bei den Alkalien nur sehr unbedeutend erweist. Beim Kali kann sogar eigentlich hiervon nicht gesprochen werden. Die Magnesia erfährt ebenso wie Al_2O_3 und Fe_2O_3 eine geringe Zunahme, während die Kieselsäure etwas abnimmt. Hier handelt es sich um einen aus Quarz, Orthoklas, Plagioklas und Biotit aufgebauten Granit.

Nach H. Rosenbusch[2]) geben nachstehend von ihm wiedergegebene Analysen einen Einblick in den Vorgang der „Desaggregation und Verwitterung" der Granite. Da er dieselben als alleiniges Beispiel anführt, so gehen wir wohl nicht fehl, wenn wir annehmen, daß sie seiner Auffassung nach den normalen Gang des Prozesses zum Ausdruck bringen. Erläuternd bemerkt der Genannte hierzu, daß der eigentlichen Verwitterung die mechanische Auflockerung oder Desaggregation voraufgehe, das Gestein demzufolge zu einem eckig-körnigen Grus zerfalle, dessen Teilchen besonders in der Tiefe von dünnen, schmutzigbraunen Limonitteilchen überzogen werden, aber an der mit Vegetation bedeckten Oberfläche der Limonit infolge der sich hier einstellenden Reduktion und Lösung des Eisenoxyds durch Humussäuren zu verschwinden pflege. Analyse a gibt die Zusammensetzung des frischen, grauen Granitits (Einglimmergranit) aus dem Distrikt Columbia, U. S. A., b den gelockerten, unfrischen, braun aussehenden Granitit wieder, während c den Granitgrus des Bodens darstellt.

---

[1]) A. Dannenberg und E. Holzapfel, Die Granite der Gegend von Aachen. Jahrb. d. kgl. preuß. geol. Landesanstalt. Berlin 1898. Bd. 18. S. 1—19.

[2]) H. Rosenbusch, l. c. S. 79.

	a	b	c
SiO_2	69,33	66,82	65,69
Al_2O_3	14,33	15,62	15,23
Fe_2O_3	—	1,88	4,39
FeO	3,60	1,69	
MgO	2,44	2,76	2,64
CaO	3,21	3,13	2,63
Na_2O	2,70	2,58	2,12
K_2O	2,67	2,04	2,00
Glühverlust	1,22	3,27	4,70
P_2O_5	0,10	nicht bestimmt	0,055
	99,60 %	99,79 %	99,765 %

Man erkennt aus diesen Analysen eine geringe Abnahme an SiO_2, CaO, Na_2O und K_2O, eine Erhöhung des Gehaltes an Al_2O_3, Fe_2O_3 und H_2O, während MgO sich nahezu gleich bleibt.

Nicht zu vernachlässigen sind auch die Untersuchungen M. Dittrichs[1]), die er in Hinsicht auf die Zusammensetzung von Quellwässern in Verbindung mit ihren Ursprungsgesteinen ausgeführt hat. Für den Hornblendegranit von Heiligkreuz im Odenwald stellten sich die Verhältnisse folgendermaßen:

	frisch %	verwittert %	Quellwasser g in 100 l
SiO_2	63,57	63,24	1,977
TiO_2	0,55	—	
Al_2O_3	14,69	16,63	
Fe_2O_3	1,79	4,45	0,070
FeO	3,11	0,40	
CaO	3,84	0,90	4,912
MgO	2,82	1,50	1,390
K_2O	4,07	7,73	0,136
Na_2O	4,26	1,72	0,613
P_2O_5	0,24	0,30	
H_2O	0,95	3,24	
CO_2	—	0,28	
	99,89 %	100,39 %	

Wie man sieht, ergänzen sich die drei Analysen sehr gut, denn was dem Gestein durch Wasser leicht fortgenommen wird, findet sich im Quellwasser in größerer Menge wieder und was

[1]) M. Dittrich, Über die chemischen Beziehungen zwischen Quellwässern und ihren Ursprungsgesteinen. Mittlg. d. Großherzogl. Bad. geol. Landesanstalt IV. 2. 1901. S. 202.

sich als schwerer angreifbar erweist, gelangt in geringer Menge ins Quellwasser, wird dafür aber im Gestein angereichert. Besonders Kalk und Natron sind durch Verwitterung freigemacht, weniger MgO, das Eisenoxydul ist in Oxyd überführt worden. Tonerde und Kali, namentlich letzteres, haben sich angereichert, ebenso wie Wasser und CO_2. M. Dittrich setzt noch hinzu: „Diese Erscheinungen ähneln außerordentlich der Absorption von Salzen durch die Ackererde.“ Die Verwitterungsstufe eines anderen Granits,[2]) nämlich von Eisenbach, hat er mit nachstehendem Erfolg untersucht:

Granit: bei 100° getrocknet	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	Glühverlust
frisch . .	73,52	14,03	0.31	1,00	0,39	0,17	5,59	4,00	0,24	0,75
verwittert	74,66	14,32	1,49	0,24	0,12	Sp.	5,89	1,17	Sp.	1,96

Wir müssen auch hieraus entnehmen, daß SiO_2 etwas zunimmt, Al_2O_3 gleich bleibt, Fe_2O_3 sich auf Kosten von FeO anreichert, CaO, MgO und Na_2O stark ausgewaschen werden, aber K_2O eine geringe Vermehrung erfahren hat und der Glühverlust gestiegen ist.

Schließlich teilt Jul. Stoklasa[1]) auf Grund älterer Untersuchungen die Analyse des frischen und verwitterten Granits von Budislav mit. Hier sehen wir allerdings die Verhältnisse wieder etwas verschoben, insofern eine starke Verminderung an SiO_2 und demgegenüber eine ganz beträchtliche Zunahme von Al_2O_3 stattgefunden hat. Eisen ist beträchtlich vermehrt, CaO, MgO, K_2O und Na_2O erheblich vermindert worden, wie dies nachstehende Zahlen ohne weiteres dartun.

	SiO_2	Al_2O_3	$Fe_2O_3 + FeO$	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O
frisch . . .	72,38	14,73	3,22	1,68	1,03	4,03	2,22	0,80
verwittert (Trockensubst.)	62,55	24,83	5,68	0,43	0,71	2,28	0,78	—

In Bezug auf die Verwitterung des Feldspates, die ja bei gleichnamigem Vorgang des Granits die entscheidende Rolle spielt, betont Stoklasa für das erste Stadium der Umwandlung die

[1]) M. Dittrich, Chemisch-geologische Untersuchungen über „Absorptionserscheinungen“ bei zersetzten Gesteinen. Ebenda V. 1. 1905. S. 6.

[2]) Jul. Stoklasa, Über die Verbreitung des Aluminiums in der Natur. Jena 1922, S. 45 und 31.

Wasserzunahme und $Fe(OH)_3$-Abscheidung als kennzeichnend. Im zweiten Stadium sind vermehrte Alkalimengen als im ursprünglichen Feldspat zugegen und im dritten Stadium werden Kalk und Magnesia meist zu Karbonaten umgewandelt. Es erfolgt die Auslaugung der Silikate und die Kaolinbildung.

Ohne in obiger Zusammenstellung erschöpfend gewesen sein zu wollen, glauben wir jedoch die wichtigsten Untersuchungen über unsern Gegenstand angeführt zu haben, um uns nunmehr ein allgemeines Bild von dem Verwitterungsvorgange des Granits machen zu können. Die sich in dieser Richtung noch auf den Granit des Harzes beziehenden spärlichen Angaben werden wir bei der Besprechung des Brockengranits erwähnen.

Es besteht wohl kein Zweifel, daß die gepflogenen Erörterungen eine nicht unerhebliche Verschiedenheit in der Aufbereitungsweise des Granits dargetan haben, wie dieses ja auch schon einleitend von uns vorausgeschickt worden ist. Unter völliger Anerkennung dieses Sachverhältnisses dürfen wir jedoch wohl ganz allgemein schließen, daß bei der Verwitterung des Granits SiO_2 und Al_2O_3 nicht allzu stark in Mitleidenschaft gezogen werden. Das Eisen dagegen erfährt wohl stets eine Oxydation und eine Vermehrung und auch für die MgO ist eher auf eine geringe Zunahme als Abnahme zu schließen. Beim Kali liegen die Verhältnisse derartig, daß im allgemeinen auf ein Gleichbleiben erkannt werden kann, während Kalk und Natron zumeist bedingungslos eine starke Fortfuhr erleiden. Wasser reichert sich, wie es der Verwitterungsvorgang bedingt und verlangt, stets an. Damit gelangen wir aber, ohne Rücksicht darauf genommen zu haben, wie weit etwa Kaolinisierungsvorgänge in dem zu Rate gezogenen Analysenmaterial mitbeteiligt sind, zur Bestätigung der von H. Stremme[1]) in wahrer Würdigung des Problems gewonnenen Auffassung vom Wesen des durch die Atmosphärilien bedingten Verwitterungsprozesses, denn dieser Autor hat als unterscheidendes Merkmal für den Verwitterungsvorgang im Gegensatz zum Kaolinisierungsprozeß nachstehendes Schema aufgestellt, das sich für ersteren Vorgang ganz mit unserer

[1]) H. Stremme, Über Kaolinbildung. Zeitschr. für prakt. Geologie 1908, S. 122 vgl. auch H. Stremme, Die Chemie des Kaolins. Fortschritte der Min.-, Krist.- und Petrographie II, 1912, S. 118 und H. Niklas, Chem. Verwitterung der Silikate und Gesteine. 1912, S. 74.

Schlußfolgerung deckt. Da wir infolge einer weiteren Arbeit Gelegenheit haben werden, auf die kaolinisierenden Einflüsse von Rohhumus auf Granit einzugehen, so sehen wir von einer weiteren diesbezüglichen Stellungnahme zu dieser Frage ab und beschränken uns hier lediglich auf die Wiedergabe des auch unseren Standpunkt kennzeichnenden Schemas, das von STREMME aus 14 Analysen frischer Granite und Porphyre und 11 dazugehörigen verwitterten bezw. 7 kaolinisierten Gesteinen durch Berechnung der Durchschnittswerte erhalten wurde.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O
Unverwitterter Granit und Porphyr . . .	74,4	14,0	1,75	0,4	0,91	3,2	5,1
verwitterter Granit und Porphyr	75,5	14,5	2,5	0,8	0,4	1,5	4,5
nichtkaolinisierter Granit und Porphyr . . .	73,4	15,3	3,2	0,5	1,9	6,7	
kaolinisierter Granit und Porphyr	76,7	21,2	0,8	0,3	0,5	0,5	

Daß hier ein fundamentaler Gegensatz besteht, zeigen die Zahlen in deutlichster Weise. Der Kaolinisierungsvorgang greift weit energischer in das Gestein ein. Auch nach E. WEINSCHENK[1]) charakterisiert sich die Verwitterung des Granits „durch die Entziehung der zweiwertigen Metalle, vor allen des Kalks, ferner durch eine bedeutende Verminderung des Natrongehaltes, welchen eine sehr geringere Veränderung des Gehaltes an Kieselsäure und Kali gegenübersteht, während die Tonerde so gut wie ganz im Rückstande bleibt". Dieses Verhältnis illustriert er durch die Wiedergabe der Analysen frischen Granits und Granitgruses von Altmittweida in Sachsen.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O
frisch . .	73,43	14,38	2,19	0,22	0,68	3,03	6,07	0,96
Grus . .	75,84	14,62	1,28	0,35	0,37	1,56	5,98	2,85

Alle mitgeteilten Analysen erstrecken sich aber nur auf eine, höchstens auf zwei Verwitterungsstufen und möge dieses im Gegensatz zu den später mitzuteilenden eigenen Untersuchungen hervorgehoben sein. —

Wie schon erwähnt, bereitete es uns große Sorge und Schwierigkeit, für die Beantwortung der Frage nach der Ver-

[1]) E. WEINSCHENK, Grundzüge der Gesteinskunde I, 1902, S. 68.

änderung des Verwitterungsilikates ein geeignetes Verwitterungsprofil zu erhalten. Herr Kollege H. Rose hat uns in liebenswürdiger Weise in unsern Bemühungen unterstützt, indem er uns nicht nur auf ein derartiges Profil aufmerksam gemacht, sondern auch eigenhändig die Probenahme geleitet hat, wofür wir auch an dieser Stelle unseren herzlichsten Dank zum Ausdruck bringen. Nach ihm liegen nun die sich für unsere Zwecke als geeignet erwiesenen Verhältnisse, am Wurmberge bei Braunlage i. H. folgendermaßen. Bei der postkulmischen ersten Auffaltung des Harzgebirges wurden die Silur-Devon- und Kulmschichten durch eine südost-nordwestlich wirkende Kraft in dazu senkrecht verlaufende Falten zusammengeschoben. In dabei entstandene Hohlräume inkludierte Granit, der die Kulmschichten noch veränderte und infolgedessen jünger als letztere sein muß. Das entstandene Faltengebirge wurde teilweise abgetragen und vermutlich schon von der Permzeit an wieder vom Meere überflutet, so daß die harten Kulmkontaktgesteine damals kaum aufgearbeitet worden sind, sondern im Gegenteil durch die sich absetzenden Sedimente vor weiterer Abtragung geschützt wurden. Die Meeresbedeckung und damit die Sedimentation wird vermutlich bis in die Jura- und Kreidezeit angehalten haben. Nach der letzteren wurde das Harzgebiet durch südwest-nordöstlich wirkende Kräfte einer zweiten Faltung unterzogen, bei der es nach Nordosten überkippt wurde, so daß am nordöstlichen Harzrande ältere Schichten über jüngeren liegen. Die jüngsten überkippten Schichten sind solche des Senons. Die Überkippung muß demnach nach der Senonzeit stattgefunden haben. Die bei der Faltung entstandenen neuen, herzynischen, und die senkrecht dazu verlaufenden alten, variskischen, Falten sind während und nach der Tertiärzeit abgetragen. Durch diese Abtragung ist der Granit freigelegt. Jüngeres Gestein als Kulm ist in dem ganzen in Frage kommenden Gebiet nicht vorhanden und der Granit infolgedessen erst in tertiärer und an der genannten Stelle erst in nachtertiärer Zeit von den Kulmschichten teilweise befreit. Während der Entstehung des Verwitterungsprofils am Südabhange des Wurmberges würde demnach das Klima der diluvialen und Jetztzeit geherrscht haben. Da der Wurmberg verhältnismäßig stark nach dem Bodetal zu abfällt, werden die Verwitterungsmassen durch die diluvialen Gletscher hier entfernt sein, so daß die an

dieser Stelle jetzt vorhandene Verwitterungsschicht in verhältnismäßig junger Zeit mit annähernd denselben klimatischen Verhältnissen entstanden sein wird, die wir jetzt haben.

Selbstverständlich kann es nicht unsere Aufgabe sein, uns über die petrographische Beschaffenheit des Wurmberg-Granits eingehender zu verbreiten, wir wollen nur betonen, daß im großen und ganzen das Brockgranitmassiv, zu welchem auch der Wurmberg gehört, einen recht einheitlichen Grundcharakter besitzt, der allerdings hier und da, namentlich in der nördlichen Randzone, Varietäten aufkommen läßt. Es handelt sich zumeist um einen mittelkörnigen Granit, der durch die Mineralkombination Orthoklas, Quarz, Oligoklas, Biotit ausgezeichnet ist, also zum Granitit gehört. Aber auch feinkörnige Abarten sind bekannt, wie z. B. aus der Gegend nördlich von Andreasberg bis zum Wurmberge und Achtermannshöhe.[1]) Jedoch sind wir bei unseren Untersuchungen vom mittelkörnigen Granit ausgegangen. Auch hinsichtlich der chemischen Natur des Brockengranits verbietet uns der Mangel an Raum näher einzugehen, so daß wir nur auf die hauptsächlichste, einschlägige Literatur darüber hinweisen wollen.[2]) Jedoch möchten wir kurz erwähnen, daß in sämtlichen Varietäten der Harz-Granite, also des Brockenmassivs, der Ockertal- und Ramberg-Gruppe, abgesehen von den ganz abnorm ausgebildeten, das Kali stets gegenüber Natron vorherrscht, so daß von den Feldspaten der Orthoklas am Aufbau der Gesteine stark überwiegt. Nur den Verwitterungserscheinungen des Brockengranits haben wir an dieser Stelle besonders zu gedenken. C. W. C. Fuchs[3]) betont, daß der Granit des Harzes, insbesondere der der Brockengruppe nirgends frisch vorkomme, sondern immer von den Atmosphärilien mehr oder weniger angegriffen sei. „Mit ganz wenig Ausnahmen kann man eigentlich nur von den verschiedenen Stadien der Verwitterung sprechen," läßt er sich sogar vernehmen, „denn die der Beobachtung zugänglichen Stellen

---

[1]) O. H. Erdmannsdörffer. Zur Geologie des Brockenmassivs. 7. Jahresber. d. Niedersächs. geol. Ver. 1914. S. 72.

[2]) Vgl. besonders: C. W. C. Fuchs, Der Granit des Harzes und seine Nebengesteine. Neues Jahrb. f. Min. usw., 1862, S. 769 und O. H. Erdmannsdörffer, Beiträge zur chemisch-petrographischen Kenntnis des Brockenmassivs. Jahrb. der Kgl. Preuß. geol. Landesanstalt. 1906. S. 339—373.

[3]) C. W. C. Fuchs, l. c. S. 772 und 783/84; 821.

haben fast alle durch Verwitterung gelitten." Dieser Ansicht Fuchsens kann man jedoch wohl kaum mehr zustimmen, sie erklärt sich wohl lediglich aus dem Mangel damaliger tiefgehender Aufschlüsse, denen man heute häufig genug begegnet. Was allerdings oberflächlich vom Granit zutage tritt, das liegt bei den hierfür außerordentlich günstigen Bedingungen des Harzklimas im Zustande der Umwandlung vor. Zwar hält Fuchs das Studium der Verwitterung auf chemischem Wege für sehr schwierig, denn „ist die Verwitterung allzu weit fortgeschritten, so daß ein Zerfallen des Gesteins eingetreten ist, dann sind schon zu viele Bestandteile auf mechanische Weise weggeführt." Das ist ein wohl zu beherzigender Standpunkt, wie überhaupt des Genannten Mitteilungen über die besagten Verwitterungserscheinungen besonders wertvoll sind, weil sie fast ganz im Sinne unserer Zeit schon streng zwischen Zersetzung und Verwitterung zu unterscheiden wissen.[1]) Jedoch in einem bunten Granit vom Ilsetal sieht er alle Bedingungen zum Studium der Verwitterung erfüllt und teilt demzufolge nachstehende Analysenergebnisse[2]) mit:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Frisches Gestein . .	71,02	15,55	3,44	1,75	0,43	4,12	2,79
Verwittertes Gestein, aber noch im Zusammenhang . . .	73,62	15,52	3,48	0,54	0,41	3,10	3,33

Hierzu gibt Fuchs folgende Erläuterung: „Eine bedeutende Aufnahme von Wasser ist also die erste eingetretene Veränderung, dazu kommt der oben erwähnte Verlust an Kalk, während sich die Magnesia gleich blieb. Da in den zersetzten Graniten trotz des stetigen Kalkgehaltes nirgends ein Aufbrausen mit Säuren zu bemerken ist, so scheint die gleichzeitige Bildung und Wegführung von kohlensaurem Kalk die erste Folge der Verwitterung zu sein." Die Alkalien haben nach obiger Feststellung in Summa einen Verlust aufzuweisen, aber das Natron für sich allein eine Zunahme. Tonerde ist gleich geblieben, ebenso das Eisen, und die Kieselsäure hat zugenommen. Zusammenfassend beschreibt er die Granitverwitterung folgendermaßen: „Im allgemeinen geht aus der Beobachtung der Verwitterungserscheinungen hervor, daß

[1]) C. W. C. Fuchs, l. c. S. 930/31.

[2]) Analysen wasserfrei berechnet (H_2O-gehalt 0,84 bezw. 1,80 %) S. 783/84.

diejenigen Arten am wenigsten von den Atmosphärilien angegriffen werden, deren Feldspat am wenigsten Eisen enthält. Dies ist auch der Grund, warum der Granit des Ockertals die geringste Zersetzung erlitten hat. Sein Feldspat besitzt einen sehr geringen Eisengehalt und eine vollkommen weiße Farbe. Das Eisen, welches als Oxydul im Feldspat vorhanden ist, nimmt Sauerstoff auf zu Oxyd, lockert dadurch die Masse und tritt endlich ganz aus der Verbindung aus. Man findet darum in stark zersetzten Gesteinen häufig Stellen, an denen sich Eisenocker abgelagert hat. Noch leichter als der Orthoklas verwittert der Oligoklas, und zwar scheint bei demselben weniger der Eisengehalt, der bisweilen höher ist wie bei dem Orthoklas, die Zersetzung einzuleiten, sondern vorzugsweise der beträchtliche Kalkgehalt. Aus demselben bildet sich nicht erst kohlensaurer Kalk, der dann später fortgeführt wurde, sondern er wird gleich als zweifach kohlensaurer Kalk gelöst, woraus sich auch die Erscheinung erklärt, daß nirgends, selbst in den am meisten zersetzten Graniten, trotz ihres hohen Kalkgehaltes ein Aufbrausen durch Säuren bemerkt werden kann. Selbst der Glimmer kann nicht ganz der Verwitterung widerstehen. Es gibt sich dies kund, oft ehe man es an ihm selbst bemerkt, dadurch daß er in dem ihn umgebenden Gestein rings um sich einen kleinen Kreis durch Austritt von Eisenoxyd rot färbt. Auch beim Glimmer ist es der Eisengehalt, welcher ihn der Zerstörung entgegenführt.“[1]) Ganz deckt sich allerdings diese Erklärungsweise nicht mit den neuzeitlichen Ansichten über die Verwitterungserscheinungen der Silikatgesteine, insofern die rein äußerlich bemerkbaren Erscheinungen zu sehr in den Vordergrund des Geschehens gestellt werden.

Eine weitere Angabe über die Umwandlung des Brockengranits entnehmen wir dem Buche von H. Niklas[2]), da es uns trotz aller Bemühungen nicht möglich war, die Originalarbeit O. Hähnels[3]) ausfindig zu machen.[4])

---

[1]) C. W. C. Fuchs, l. c. S. 822.

[2]) H. Niklas, l. c. S. 76.

[3]) O. Hähnel, Beitrag zur Frage der Kaolinbildung. Jahrb. f. prakt. Chem. [2] 78. S. 280—284.

[4]) Inzwischen ist uns dieses geglückt (Anmerkung während der Korrektur).

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	H_2O	P_2O_5
Unzersetzter Brockengranit	73,31	13,56	1,08	1,58	0,23	1,17	5,81	3,11	0,88	0,12
Kaolinisierter Granit . . .	80,2	15,7	0,7	—	0,26	0,92	0,8	1,3	3,0	Sp.

Wenn auch diese Befunde im allgemeinen für einen Kaolinisierungsvorgang sprechen, so entzieht es sich doch leider unserer Beurteilung, an welcher Lokalität und unter welchen Bedingungen diese Umwandlung vor sich gegangen ist. Der einzige Hinweis, den Niklas gibt, nämlich der, daß Rösler behauptet habe, man kenne aus dem Harze überhaupt keine Kaoline, kann uns wenig für unsere Zwecke befriedigen. Wir hoffen aber, bei der schon angedeuteten Gelegenheit hierauf zurückzukommen.[1])

Der von uns für unsere Untersuchungen aus dem großen Steinbruche am Südosthang des Wurmberges entnommene Granit sowie seine Verwitterungsstufen zeigen äußerlich nachstehend wiedergegebenes Aussehen.

1. Frischer Granit: Derselbe ist klein bis mittelkörnig und von lichtroter Farbe. Makroskopisch bezw. unter der Lupe heben sich besonders die lichtroten, glänzenden Orthoklaskristalle hervor, wie überhaupt dieser Gemengteil bei weitem überwiegt. Mit dem lichtgrauen, stark glänzenden Oligoklas erscheint der Orthoklas innig verwachsen. Der gleichfalls graue aber etwas dunklere und fettglänzende Quarz tritt demgegenüber etwas zurück und gilt dies in noch erheblicherem Maße von den dunklen Gemengteilen (Biotit). Die Struktur des Gesteins ist die normalgranitisch-körnige.

2. Verwitterter Granit a: In Bezug auf die Gesamtfarbe des Gesteins ist zunächst ein Unterschied zu beobachten, insofern dasselbe einen bräunlich gelben Anflug erhalten hat. Dabei tritt die unfrische Beschaffenheit der einzelnen Bestandteile deutlich hervor. Einen stärkeren Glanz zeigt hier und da noch der Orthoklas, im allgemeinen ist aber auch er schon matt oder trübe und oftmals braun angelaufen, und zwar besonders dort, wo Glimmer und Orthoklas zusammentreten. Der Oligoklas erweist

[1]) Es handelt sich um ein in der Nähe Schierkes unter 1 m Humus lagerndes Umwandlungsprodukt.

sich stärker gebleicht und hat er seinen Glanz völlig eingebüßt, dagegen hat der Quarz wenig oder kaum gelitten, ebenso wie der Biotit nur wenig Veränderung erkennen läßt.

3. Verwitterter Granit b: Besonders stark in Erscheinung tretende Unterschiede gegenüber 2 sind nicht zu bemerken, vielleicht macht sich die körnige Beschaffenheit durch den weiterfortgeschrittenen Verwitterungsvorgang deutlicher geltend. Das zwar an und für sich noch feste Gestein ist zerbrechlich geworden.

4. Verwitterter Granit c: Die Färbung der einzelnen Mineralbestandteile sowie die Lockerung des Gesteinsgefüges hat zugenommen, jedoch sind die sonstigen Unterschiede nicht sehr wesentlich.

5. Lockere grusige Masse: Diese Stufe stellt sich als das erste Zerfallsprodukt des Gesteins dar. Die Gesamtfarbe des Gruses ist als gelbbraun zu bezeichnen und weist damit auf die rege Anteilnahme des Eisens bei der Verwitterung hin.

6. Braune Erde mit einem noch geringen Gehalt an Humus.

7. Dunkelbraune Erde mit erhöhtem Gehalt an Humus.

8. Graubraune humose Erde.

9. Stark humose graue Erde.

10. Fast schwarz aussehende, stark humose oberste Schicht.

Von Stufe 5 an wurde der unter 2 mm Korngröße liegende Anteil zur Analyse herangezogen, aber außerdem die sich in 9 und 10 vorfindenden festen Gesteinsbruchstücke, bezeichnet als 11 und 12, für sich untersucht. Auf der obersten Bodenschicht stockt Mischwald, eine sonstige kulturelle Inanspruchnahme des Bodens dürfte schon allein bei der Höhe der Lage ausgeschlossen gewesen sein, so daß der Verwitterungsboden fast ausschließlich unter natürlichen Verhältnissen entstanden ist.

Geben wir zunächst die Befunde der Bauschanalyse vorgenannter Stufen wieder, so gelangen wir zu nachstehender Übersicht, wobei 11 und 12 hinter 4 eingeordnet worden sind, weil sie die Zusammensetzung der gröberen Bestandteile wiedergeben.

	1.	2.	3.	4.	11.	12.
SiO_2	70,85	71,55	70,46	70,34	70,24	73,31
TiO_2	0,26	0,29	0,21	0,19	0,27	0,16
Al_2O_3	11,70	12,85	13,85	14,06	14,65	12,41
Fe_2O_3	2,97	3,08	2,74	2,86	—	—
FeO	1,65	1,23	1,44	1,26	—	—
$Fe_2O_3 + FeO$	4,62	4,31	4,18	4,12	2,85	1,73
CaO	1,78	1,20	1,17	1,17	0,72	0,66
MgO	0,71	0,72	0,65	0,54	0,12	0,11
K_2O	5,15	5,28	5,06	5,00	5,63	5,56
Na_2O	3,37	3,18	3,18	2,92	3,10	2,58
$K_2O + Na_2O$	8,52	8,46	8,24	7,92	8,73	8,14
P_2O_5	0,10	0,09	0,11	0,10	0,05	0,10
SO_3	—	—	—	—	—	—
Glühverlust	1,10	1,30	1,16	1,05	1,65	2,90
Sp.	99,64%	100,77%	99,90%	99,49%	99,31	99,52%

	5.	6.	7.	8.	9.	10.
SiO_2	77,28	75,55	70,48	67,90	67,85	47,65
TiO_2	0,56	0,59	0,48	0,59	0,54	0,34
Al_2O_3	8,16	8,95	12,21	11,12	11,21	8,20
Fe_2O_3	3,34	3,40	—	—	—	—
FeO	0,93	0,76	—	—	—	—
$Fe_2O_3 + FeO$	4,27	4,16	3,15	3,05	2,40	1,56
CaO	1,13	1,10	0,81	0,72	0,45	0,36
MgO	1,15	1,40	0,87	1,26	0,63	0,62
K_2O	3,15	2,72	3,13	2,79	2,56	1,80
Na_2O	1,48	1,48	1,13	1,61	1,50	0,59
$K_2O + Na_2O$	4,63	4,20	4,26	4,40	4,06	2,39
P_2O_5	0,11	0,14	0,14	0,14	0,17	0,16
SO_3	0,26	0,13	0,14	0,08	0,10	0,20
Glühverlust	2,20	3,95	7,46	11,00	14,10	37,48
Sp.	99,75%	100,17%	99,97%	100,26%	101,11%	98,96%

Vergleicht man zunächst die Stufen 1—4, d. h. den frischen mit dem unfrischen Granit, der noch ein zusammenhängendes Gefüge besitzt, so ergeben sich im allgemeinen keine sehr großen Unterschiede. Immerhin erkennt man aber deutlich, daß sich die Tonerde etwas anreichert, die Summe des Eisens und der Alkalien sowie Kalk und Magnesia verringert. SiO_2, TiO_2, P_2O_5 und Glühverlust sind nahezu gleich geblieben. Vergleicht man hierzu Stufe 11 und 12, so zeigt sich in 11 die Fortsetzung des Vorganges, jedoch sind Eisen, Kalk und Magnesia im Gegensatz zu den Alkalien stark erniedrigt worden. Noch stärker tritt dies in 12. hervor, wo allerdings umgekehrt die SiO_2 einen Zuwachs, die

Tonerde eine Verminderung erfahren hat. Dies erklärt sich wohl damit, daß endlich und schließlich auch die Tonerde aus den gröberen Bestandteilen, in denen sie im Silikatverband zugegen war, herausgenommen wird, weil nunmehr die Verwitterung soweit fortgeschritten ist. Im Anschluß an 1—4 gibt sich in den Stufen 5—10 eine allmählich stark anwachsende Zunahme des Glühverlustes zu erkennen, somit Einflüsse, die nicht allein auf die atmosphärische Verwitterung zurückzuführen sind, sondern auf die Mitbetätigung organischer Stoffe hinweisen. Das tritt besonders von 7—10 in Erscheinung. Die Abnahme der Kieselsäure in genannten Stufen steht hiermit im Einklang, ebenso wie hierdurch die Verringerung aller sonstigen Bestandteile bedingt ist, und auch wohl die geringe Zunahme von P_2O_5 und SO_3 hierauf zurückzuführen sein dürfte. Scheinbar abweichend verhält sich Stufe 5 und 6. Vergleicht man sie mit 1—4, so fällt einerseits das starke Anwachsen von SiO_2, andererseits das beträchtliche Abfallen der Tonerde auf, der gleiche Gegensatz zeigt sich gegenüber von Stufe 7. Wie wir gehört haben, handelt es sich von Stufe 5 an um die Analyse der Teile unter 2 mm Korngröße, und hiermit steht der soeben hervorgehobene Ausfall im Zusammenhang. Stufe 5 ist der aus seinem Verbande getretene Granit, also Grus, d. h. die einzelnen Minerale haben ihren im Gestein besessenen Zusammenhang verloren und liegen als solche, ohne jedoch eine starke chemische Zersetzung schon erfahren zu haben, vor. Die Feldspatminerale nehmen in Bezug auf Größe und Menge in unserem Granit den Hauptanteil ein, und die Quarze und Glimmer sind nur in geringer Menge und kleinen Individuen vertreten, so daß sie beim Zerfall zur Hauptsache den Anteil unter 2 mm Korngröße stellen. Infolgedessen steigt hier der Gehalt an SiO_2 und muß sich damit derjenige an Al_2O_3 verringern, mit zunehmender Verwitterung muß sich dieses Bild aber ändern, weil nunmehr auch Feldspatteile unter die genannte Teilchengröße fallen; daher auch wieder in 7 das Anwachsen von Al_2O_3 und das Herabgehen von SiO_2. Aus dem nämlichen Grunde erscheint in 5 und 6 der Gehalt an CaO nicht wesentlich verringert, an MgO erhöht, an K_2O und Na_2O beträchtlich erniedrigt und an Eisen nahezu unverändert, wozu allerdings noch hinzutritt, daß auch die chemische Verwitterung sich noch betätigt hat, wie dieses u. a. aus den Gehaltszahlen für Fe_2O_3 und FeO

zu entnehmen ist, von denen Fe_2O_3, angerechnet von Stufe 1 bis 6, dauernd eine Zunahme auf Kosten von FeO erfahren hat. In Stufe 7 macht sich nun aber die nicht zur Ruhe gekommene Verwitterung auch für den Anteil unter 2 mm bemerkbar, denn außer den gedachten Beziehungen zwischen SiO_2- und Al_2O_3-Gehalt zeigt sich hier eine beachtenswerte Abnahme von Fe_2O_3, CaO, MgO, Na_2O, die sich, wie schon erwähnt, in den folgenden Stufen noch weiter auswirkt. Allein dieses Bild vom Gange der Verwitterung wird durch die zunehmende Zufuhr der organischen Stoffe stark verschleiert, so daß wir besserer Einsicht halber gezwungen sind, die auf glühverlustfreie Substanz berechneten Werte zu Rate zu ziehen; diese erweisen sich wie folgt:

	1.	2.	3.	4.	11.	12.
SiO_2	71,64	72,49	71,29	71,08	71,42	75,50
TiO_2	0,26	0,29	0,21	0,19	0,27	0,16
Al_2O_3	11,83	13,02	14,01	14,21	14,90	12,78
Fe_2O_3	3,00	3,12	2,77	2,89	—	—
FeO	1,67	1,25	1,46	1,27	—	—
$Fe_2O_3 + FeO$	4,67	4,37	4,23	4,16	2,90	1,78
CaO	1,80	1,22	1,19	1,18	0,74	0,68
MgO	0,72	0,73	0,66	0,55	0,13	0,11
K_2O	5,21	5,35	5,08	5,05	5,73	5,73
Na_2O	3,41	3,22	3,20	2,95	3,15	2,66
$K_2O + Na_2O$	8,62	8,57	8,28	8,00	8,88	8,39
P_2O_5	0,10	0,09	0,11	0,10	0,05	0,10
SO_3	—	—	—	—	—	—

	5.	6.	7.	8.	9.	10.
SiO_2	79,02	78,70	76,19	76,30	78,43	77,65
TiO_2	0,57	0,62	0,52	0,66	0,63	0,54
Al_2O_3	8,34	9,32	13,20	12,50	13,03	13,08
Fe_2O_3	3,42	3,54	—	—	—	—
FeO	0,97	0,79	—	—	—	—
$Fe_2O_3 + FeO$	4,39	4,33	3,45	3,43	2,80	2,50
CaO	1,16	1,15	0,88	0,81	0,52	0,58
MgO	1,18	1,46	0,94	1,42	0,73	0,99
K_2O	3,22	2,83	3,38	3,13	3,00	2,86
Na_2O	1,51	1,54	1,22	1,81	1,74	0,95
$K_2O + Na_2O$	4,73	4,37	4,60	4,94	4,74	3,81
P_2O_5	0,11	0,14	0,14	0,15	0,20	0,25
SO_3	0,26	0,13	0,14	0,09	0,12	0,32

Betrachten wir diese Zahlen, so ergibt sich zwar im großen und ganzen dasselbe Bild, aber wir sind dennoch imstande, aus

ihnen nähere Einsicht zu schöpfen. Gehen wir zunächst von einem Vergleich von 1 und 2 aus, d. h. vom Vergleich des frischen Granits mit dem ersten Verwitterungsstadium, so erkennen wir unschwer eine schon gleich anfangs einsetzende Zunahme an SiO_2 und Tonerde, woraus auf den zersetzenden Einfluß der Atmosphärilien auf die Silikate geschlossen werden muß, und in der Tat ist denn auch etwas Eisen und Natron, namentlich aber Kalk in Verlust geraten. Wie wir aber aus den Gehaltszahlen des Eisens der beiden nachfolgenden Stufen ersehen können, ist die Oxydation desselben mit einer gleichzeitigen Fortfuhr gepaart, die uns in Stufe 11 und 12 ganz besonders in ihrem Ausmaß vor Augen tritt. Die Abgabe von Kalk geht mit ihr proportional und auch eine solche der Magnesia. Nicht aber nimmt das Kali ab, und wenn sich die Summe der Alkalien etwas verringert, so ist dies allein dem Umstande einer Natronfortfuhr zuzuschreiben. Sicherlich macht sich aber in 11 und namentlich in 12 schon die Einwirkung der organischen Substanz auf den Aufbereitungsvorgang geltend. Selbstverständlich sehen wir auch in 5 und 6 die schon früher begründete Erscheinung des Zunehmens von SiO_2 und Abnehmens von Al_2O_3 wiederkehren, ebenso wie auf die in 7 aus obigen Gründen erfolgte Depression eine langsame Zunahme im SiO_2-Gehalt erfolgt, so daß sicherlich das SiO_2 während der Dauer des ganzen Prozesses eine geringe Zunahme erfährt. Gleiches dürfen wir für Al_2O_3 folgern. Die Oxydation des Eisens schreitet fort, aber mit zunehmendem Einfluß der organischen Substanz erfährt es immer stärkere Auswaschung. Vom Kalk ist dasselbe zu sagen, denn zum Schluß ist nur noch $^1/_3$ des Anfangsgehaltes zugegen, aber die Magnesia hält sich, trotz anfänglicher Löslichmachung im Verwitterungsprodukt. Die Abnahme des Kalis, die sich mehr und mehr geltend macht, erreicht aber keineswegs die Höhe des Natrons.

Wir dürfen aus alledem den Schluß ziehen, daß beim Verwitterungsvorgang des Granits eine relative Anreicherung von SiO_2 und Al_2O_3 stattfindet, während der Gehalt an allen übrigen Bestandteilen schwindet, jedoch ist dieses in verschiedenem Maße der Fall, insofern Kalk und Natron sehr stark, Eisen und Kali meist weniger daran beteiligt sind, aber Magnesia und Phosphorsäure eher eine Zu- als Abnahme erfahren haben. Das deckt

sich nicht ganz mit dem aus dem Schrifttum entnommenen Endergebnis, denn ganz abgesehen von dem dort bezüglich des für SiO_2 und Al_2O_3 festgestellten Verhalten, welches zwar nicht so sehr ins Gewicht fallen dürfte, ist dasjenige vom Eisen und Kali wesentlich anders ausgefallen. Wir möchten sagen, der von uns beobachtete Verwitterungsverlauf steht in der Mitte zwischen dem von H. Stremme für den normalen Prozeß der Granite und Porphyre und dem der Kaolinisierung dieser Gesteine in Anspruch genommenen Vorgang. Ziehen wir in Rücksicht, daß das soeben herangezogene Urteil über die Granitverwitterung jedoch nur auf Grund von Untersuchungen an einer oder wenigen Zerfallsstufen ohne gleichzeitigen Einfluß von Humussubstanz gebildet worden ist, so erscheint uns unser etwas abweichendes Ergebnis wenig befremdend, denn worauf schon E. Ramann[1]) und andere Forscher hingewiesen haben, wirkt Humus nach besagter Richtung hin aufbereitend. Jedoch es ist hier nicht der Ort, das Kaolinproblem von dieser Seite aus aufzurollen.

Aber wir wollten nicht nur Aufschluß über den Verwitterungsverlauf des Granits erhalten, sondern es sollte auch die Zusammensetzung des Verwitterungssilikates nach van Bemmelen unter den Bedingungen eines gleichbleibenden Klimas Gegenstand unserer Untersuchungen sein. Zu diesem Zweck war es nötig, auch die HCl-Auszüge der einzelnen Verwitterungsstufen nach der Methode van Bemmelens herzustellen und ferner den in Lauge löslichen SiO_2-Anteil zu bestimmen. Wir geben zunächst die betreffenden analytischen Ermittelungen wieder, die uns zugleich erlauben werden, noch weitere Erörterungen über den Aufbereitungsvorgang unseres Gesteins anzuschließen.

Der Salzsäureaufschluß wurde der Vergleichbarkeit wegen in der Weise bereitet, daß je 10 g des fein zerriebenen Materials — wie bei der Bauschanalyse benutzt — mit 100 ccm einer Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,10 während einer Stunde über kleiner Flamme gekocht wurden. Der gut ausgewaschene Rückstand wurde mit 100 ccm NaOH vom spezifischen Gewicht 1,04 5 Minuten bei 55° C. behandelt und die dadurch in Lösung gegangene SiO_2 bestimmt.

---

[1]) E. Ramann, Bodenkunde. III. Auflage. 1911. S. 33.

	1.	2.	3.	4.	11.	12.
Unlöslicher Rückstand	93,645	93,395	93,565	93,665	93,992[1])	94,099[1])
Laugelösliche SiO_2	2,480	2,400	1,960	1,880	2,277	2,003
HCl-lösliche SiO_2	0,235	0,229	0,280	0,215	0,260	0,255
Ges.-SiO_2	2,715	2,629	2,240	2,095	2,537	2,258
Al_2O_3	2,946	2,860	2,828	2,274	2,124	1,064
Fe_2O_3	1,110	2,150	1,550	1,617	1,085	1,065
CaO	0,439	0,340	0,240	0,175	0,283	0,158
MgO	0,165	0,175	0,147	0,105	0,086	0,047
K_2O	0,184	0,186	0,169	0,174	0,254	0,200
Na_2O	0,260	0,238	0,217	0,218	0,251	0,197
P_2O_5	0,044	0,040	0,043	0,034	0,015	0,015
SO_3	—	—	—	—	—	—
CO_2	—	—	—	—	—	—
H_2O bei 105° C.	0,590	0,490	0,500	0,440	0,590	—
Glühverlust	1,100	1,300	1,160	1,050	1,650	2,900

	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Unlöslicher Rückstand	92,505	90,340	83,390	82,520	81,453	58,645
Laugelösliche SiO_2	2,370	3,556	5,200	3,865	3,790	2,917
HCl-lösliche SiO_2	0,255	0,195	0,215	0,245	0,213	0,202
Ges.-SiO_2	2,625	3,751	5,415	4,110	4,003	3,119
Al_2O_3	1,898	3,868	4,576	3,885	2,687	1,848
Fe_2O_3	2,340	1,155	3,050	2,615	1,270	1,240
CaO	0,351	0,277	0,075	0,023	0,061	0,110
MgO	0,235	0,268	0,370	0,166	0,135	0,118
K_2O	0,195	0,182	0,283	0,255	0,157	0,136
Na_2O	0,135	0,140	0,080	0,051	0,026	0,030
P_2O_5	0,039	0,032	0,040	0,049	0,055	0,099
SO_3	0,257	0,124	0,137	0,077	0,100	0,317
CO_2	0,070	0,070	0,050	0,063	0,074	0,096
H_2O bei 105° C.	0,950	1,290	2,510	2,700	2,600	13,740
Glühverlust	2,200	3,950	7,460	11,000	14,100	37,480

Berechnet man aus diesen Befunden den Löslichkeitsgrad der einzelnen Bestandteile, so gelangt man zu folgender Tabelle, welche den in HCl-löslichen Anteil der Gesamtmenge jeden Stoffs in Prozenten widergibt, und zwar sind die Zahlen abgerundet mitgeteilt.

---

[1]) Hier aus der Differenz berechnet.

	1.	2.	3.	4.	11.	12.
SiO_2 . . .	4,0	3,6	3,1	3,0	3,6	3,0
Al_2O_3 . . .	25	22	20	16	14	8
Fe_2O_3 . . .	24	50	37	40	37	60
CaO . . .	24	28	20	15	40	23
MgO . . .	24	25	21	21	80	47
K_2O . . .	3,5	3,5	3,3	3,4	4,5	3,5
Na_2O . . .	8	7	7	7	8	7

	5.	6.	7.	8.	9.	10.
SiO_2 . . .	3,4	5	7	5	5	4
Al_2O_3 . . .	23	42	35	31	27	14
Fe_2O_3 . . .	53	27	87	77	53	50
CaO . . .	30	23	8	3	12	18
MgO . . .	20	18	41	12	20	20
K_2O . . .	6	7	8	8	5	5
Na_2O . . .	9	9	7	3	2	3

Wir können diesen Zahlen entnehmen, daß die Löslichkeit der Kieselsäure keinen sehr großen Schwankungen unterworfen ist, erst dort, wo die organische Substanz ihren Einfluß geltend macht, wird sie löslicher, d. h. in den Stufen 6—10; in den groben Anteilen der beiden letzten Stufen hat sich aber der gleiche Löslichkeitsgrad wie in den ersten Stadien bewahrt. Die Löslichkeit der Tonerde nimmt mit dem Fortschritt der Verwitterung ab, aber gleichfalls wirkt die Humussubstanz auf sie wie auf die Kieselsäure lösend ein. Die Löslichkeit des Eisens nimmt dagegen zu, besonders unter dem Einfluß der organischen Substanz. Das Kali verhält sich wieder im allgemeinen ziemlich gleich, wohl läßt sich aber auch hier die Beeinflussung des Humus erkennen, ähnliches gilt für die Magnesia. Beim Kalk und Natron liegen dagegen die Verhältnisse der Beeinflussung viel ungünstiger, weil beide Stoffe sehr schnell eine Auswaschung erleiden, so daß sich hier die Zahlen zu widersprechen scheinen. Das ist aber nur scheinbar der Fall, denn hier ist der geringe Ausfall der Löslichkeitszahl nicht der Ausdruck für die verminderte Löslichkeit des Gesamt-CaO- oder Na_2O-Gehaltes, sondern des nur noch vorhandenen, und damit schwerer löslichen Anteils. Wir entnehmen daher den Zahlen, daß eine große Löslichkeit und Fortfuhr an beiden Stoffen stattgefunden hat, die so weit gegangen ist, daß nur noch die ganz schwer löslichen Reste übrig geblieben sind. Wie aber auch andererseits die Zahlen dartun, hat die organische

Substanz stets erheblich lösend eingewirkt. Bindende Schlüsse aus dem Salzsäureauszug für den Verwitterungsverlauf eines Gesteins zu ziehen, erweist sich stets aus dem soeben gedachten Grunde als schwierig, jedoch fällt diese leider bestehende Tatsache dort nicht so stark ins Gewicht, wo es sich um Substanzen handelt, die nicht einer erheblichen Auswaschung unterliegen. Wie aber ersichtlich, decken sich die Ergebnisse des Salzsäureauszuges mit den Befunden der Bauschanalyse in befriedigender Weise.

Es mag schließlich noch darauf hingewiesen sein, daß sich mit dem Fortschritt der Verwitterung ein gewisser Gehalt an CO_2 eingestellt hat, und mit der Anteilnahme der organischen Substanz, wie dieses der Salzsäureauszug deutlich erkennen läßt, ein nicht unerheblicher Gehalt von Schwefelsäure aufgetreten ist. Die Anteilnahme der in den Boden gelangenden Mineralbestandteile aus der organischen Substanz darf aber wohl kaum als sehr hoch veranschlagt werden und kommt sie demnach für die Beurteilung des Vorganges der Gesteinsaufbereitung nicht in Frage. Wir haben diese Menge, trotz der hier vorliegenden Schwierigkeit und der damit verbundenen Unzuverlässigkeit des Erfolges, für den Fall der Stufe 10 zu bestimmen gesucht und gefunden, daß dem dort beigemischten „Humus“ eine Menge von 0,03 % SiO_2, 0,04 % Fe_2O_3, 0,01 % CaO, 0,03 % MgO, 0,05 % K_2O, 0,04 % Na_2O und 0,14 % P_2O_5 entspricht. Also nur für den Phosphorsäuregehalt kommt der „Humus“ in dieser Beziehung in Betracht. Wir haben daher die Phosphorsäure aus unseren diesbezüglichen Erörterungen auch ausgeschlossen.

Zur Beurteilung des physikalischen Zustandes der Granitverwitterungsprodukte haben wir die Bodenoberfläche, die bekanntermaßen einen Ausdruck für die Teilchengröße liefert, nach dem Rodewald-Mitscherlichschen Verfahren der Hygroskopizitätbestimmung ermittelt.

Stufe	5.	6.	7.	8.	9.	10.
W_H =	1,48	2,48	4,94	5,49	6,06	13,03
F =	5,92	9,92	19,76	21,96	24,24	52,12

Hiernach trägt 5 den Charakter eines lehmigen Sandbodens, 6 geht schon über sandigen Lehmboden hinaus, 8 erweist sich als Lehm und 9 als strenger Lehm, während 10 den Humusböden

zuzurechnen ist. Man erkennt hieraus sicherlich, daß mit dem Fortschritt der Verwitterung eine Zunahme an feinerdigen Teilen verbunden ist, aber nicht hierin allein ist der Ausfall und die Steigerung der Bodenoberfläche zu erblicken, sondern in der vermehrten Anteilnahme der organischen Substanz. Dies zeigt am besten ein Vergleich mit den Gehaltszahlen der betreffenden Verwitterungsstufen an Tonerde und Glühverlust.

Al_2O_3	8,16	8,95	12,21	11,12	11,21	8,20
Glühverlust	2,20	3,95	7,46	11,00	14,10	37,48

Auf die grundlegenden Arbeiten J. M. van Bemmelens[1]) und seiner Schule über die Zusammensetzung des Verwitterungssilikates näher einzugehen, müssen wir uns aus Raummangel versagen. Zwar hat der Genannte darauf hingewiesen, daß bei dem in HCl löslichen Anteil des Verwitterungssilikats „ein einfaches konstantes Verhältnis in Mol. zwischen SiO_2 und Al_2O_3 nicht vorkommt, sondern von ± 5 bis ± 1 variiert." Jedoch in alluvialen Böden von sandiger Tonbeschaffenheit erwies sich das Verhältnis von 1 Mol. $Al_2O_3 : SiO_2$ als am weitesten, nämlich zwischen 1 : 5 und 1 : 3,5 schwankend, bei schweren Tonböden gleichen Ursprungs verringerte es sich, indem es sich hier zwischen 1 : 3,5 und 1 : 2,5 bewegte. Ganz eng wurde es in aus vulkanischen und jungeruptiven Gesteinen hervorgegangenen Böden, nämlich zu 1:2,5 bis 1:1 bezw. auch 1:1 bis 1:0 schwankend. Ähnliches wurde von ihm für schwere tropische Böden, Padas-, Deliböden festgestellt, während im Laterit ein Verhältnis von vorwiegend 1 : 1 bis 1 : 0 erkannt wurde.[2]) Von J. van Baren[3]) u. a. sind diese Ergebnisse verallgemeinert worden, und besonders italienische Forscher wie C. Ulpiani[4]), L. Bernardini und S. Mazzoni[5]) haben die Ansicht vertreten und auch dementsprechend gehandelt,

[1]) J. M. van Bemmelen, Beiträge zur Kenntnis der Verwitterungsprodukte der Silikate in Ton-, vulkanischen und Laterit-Böden. Zeitschr. f. anorg. Chemie, Bd. 42, S. 265.

[2]) J. M. van Bemmelen, l. c. S. 239 u. 281.

[3]) J. van Baren, Roter Geschiebelehm. Intern. Mittlg. f. Bodenkunde. I. 1912. S. 368.

[4]) C. Ulpiani, Lateritverwitterungsprozeß in ariden Ländern. Staz. sper. Agr. Portici XIV, 1912, S. 629.

[5]) L. Bernardini und G. Mazzoni, Staz. sper. Agr. ital. S. 146. Vgl. auch E. Blanck u. J. M. Dobrescu, Landw. Vers.-Stat. Bd. 84, 1914, S. 429—432.

daß bei einem ermittelten Verhältnis von 1 Mol. $Al_2O_3 : SiO_2$ unter 1 : 3 von Lateritboden, oberhalb eines solchen von Tonboden zu sprechen sei. Hiergegen hat der eine von uns mehrfach Stellung genommen,[1]) insofern als sich bei einer derartigen Bewertung des salzsäurelöslichen Verwitterungssilikates oft erhebliche Widersprüche mit sonstigen Eigenarten der Böden, wie Vorkommen, Beschaffenheit u. dgl. m. ergeben.

Von der Überlegung ausgehend, daß das Klima letzten Endes die Verwitterung der Gesteine und Bodenbildung regelt und damit den Ausfall des Verwitterungssilikates beherrscht, wie dieses ja auch aus der Bewertung des Verwitterungssilikates seitens vorgenannter Forscher ohne weiteres hervorgeht, mußte gefolgert werden, daß ein und dasselbe Gestein unter der Voraussetzung eines gleichbleibenden Klimas — also gleichartiger Verwitterungseinflüsse — in allen seinen Verwitterungsstufen das nämliche Verhältnis von $Al_2O_3 : SiO_2$ im Verwitterungssilikat beibehalten würde. Vor allen Dingen dürften in diesem Verhältnis keine derartigen Schwankungen auftreten, daß aus den Befunden einer Verwitterungsstufe auf lateritische, aus dem Ergebnis einer anderen Stufe auf nicht lateritische, d. h. tonige, Verwitterung geschlossen werden konnte. Auch durften wir zu einer diesbezüglichen Prüfung als Objekt kein basisches noch jüngeres Eruptivgestein heranziehen, weil sich diese nach den Ermittelungen und Erfahrungen VAN BEMMELENS für einen derartigen Zweck nicht geeignet haben würden. Das von uns in dieser Richtung gefundene Ergebnis lautet nun aber wie folgt:

Molekularzahlen	1.	2.	3.	4.	11.	12.
für SiO_2	0,0755	0,0438	0,0573	0,0349	0,0423	0,0376
„ Al_2O_3	0,0289	0,0289	0,0277	0,0223	0,0208	0,0104
1 Mol. $Al_2O_3 : SiO_2$	1 : 1,6	1 : 1,6	1 : 1,3	1 : 1,6	1 : 2,0	1 : 3,6

Molekularzahlen	5.	6.	7.	8.	9.	10.
für SiO_2	0,0438	0,0625	0,0903	0,0685	0,0667	0,0520
„ Al_2O_3	0,0186	0,0379	0,0449	0,0381	0,0264	0,0181
1 Mol. $Al_2O_3 : SiO_2$	1 : 2,4	1 : 1,65	1 : 2,0	1 : 1,8	1 : 2,5	1 : 2,9

Wir erkennen ohne weiteres in der Zusammensetzung des Verwitterungssilikates während des Verlaufs der Verwitterung

[1]) E. BLANCK, Beitrag zur Kenntnis arktischer Böden. Chemie der Erde. I. S. 472.

namhafte Schwankungen, besonders stark treten sie dort in Erscheinung, wo die organische Substanz ihren Einfluß ausübt. Während aber nach der oben dargelegten landläufigen Ansicht der ganze Aufbereitungsvorgang mehr oder weniger den Charakter einer Lateritisierung trägt, ist dies für Stufe 10/12 nicht der Fall. Von einem solchen Vorgang kann nun aber im Harz unter den klimatischen Bedingungen der jüngsten Vergangenheit, welche, wie wir gezeigt haben, für die Verwitterung des Granits nur als wahrscheinlich in Frage kommen kann, nicht die Rede sein, und wir dürfen daher aus dem Ausfall unserer Prüfung wohl den Schluß ableiten, daß die Grenze 1:3 viel zu weit gefaßt worden ist. Es scheint uns überhaupt, als wenn das Verwitterungssilikat bezw. das Molekularverhältnis der in Salzsäure-Lauge-löslichen Kieselsäure und Tonerde nicht in der Lage ist, die ihm von seiten seines Urhebers und anderer Forscher zugeschriebenen Vorzüge zur Enträtselung besagter genetischer Beziehungen vollauf zu erfüllen.

Göttingen, September 1923.

Bücherbesprechungen.

Das Agrarprogramm der Sozialdemokratie von Dr. Mich. Horlacher, Direktor der Landesbauernkammern. München, Verlag von Dr. Franz A. Pfeiffer & Co. Preis 0,30 Goldmark.

Dieser in der 50. General-Versammlung des deutschen Landwirtschaftsrates gehaltene Vortrag schließt mit folgenden Sätzen: „Angesichts der taktischen Manöver aller sozialistischen Gruppen zur Gewinnung von Anhängern unter der Landwirtschaft ist es neuerdings erhöhte Pflicht aller landwirtschaftlichen Organisationen, über die wahren Ziele des Sozialismus aufzuklären. Die Einigkeit unter der gesamten landwirtschaftlichen Bevölkerung, ob Inhaber von Klein-, Mittel- oder Großbetrieben, muß nach wie vor das feste Bollwerk gegen den Erbfeind des freien landwirtschaftlichen Besitzes, den Sozialismus aller Schattierungen bilden." Die kleine Broschüre wird allen, die sich zur Aufklärungsarbeit berufen fühlen, resp. sich selbst über das Agrarprogramm der Sozialdemokratie unterrichten wollen, von großem Nutzen sein.

v. Seelhorst.

Die Bodenprotozoen und ihre Bedeutung für die Bodenkultur von M. Nowikoff. Heidelberg, Carl Wintersche Universitätsbuchhandlung, 1923. Preis 1 M.

Die Broschüre ist als drittes Heft der Heidelberger Akten der von Portheim-Stiftung erschienen. Es enthält einen vom Verfasser in der Gesamtsitzung des naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg am 12. Jan. 1923 gehaltenen Vortrag, der sich mit den Bodenprotozoen und ihrer Bedeutung für die Bodenkultur beschäftigt. Nach einer geschichtlichen Einleitung über die auf diesem Gebiete gemachten Arbeiten, besonders derer von Koch und Francé, erwähnt der Verfasser seine eigene und weist auf die Bedeutung weiterer Forschung hin zur weiteren Klärung der Frage, über die die Ansichten der bisherigen Forscher sehr auseinandergehen. Es scheint mir sehr möglich, daß die weitere Forschung auf diesem Gebiet praktisch wertvolle Ergebnisse zeitigt.

v. Seelhorst.

Gründüngung in Theorie und Praxis von Dr. O. Nolte, Berlin, Geschäftsführer der Düngerstelle II der D. L.-G. Heft 23 der „Flugschriften der D. L.-G.". 43 Seiten und 4 Tafeln. Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11. Preis 0,50 Goldmark.

Die kleine Schrift gibt unter geschickter Benutzung der hauptsächlichsten Veröffentlichungen der über diesen Gegenstand vorhandenen Literatur eine gute Anleitung zur Gründüngung. Für eine zweite Auflage empfehle ich die Aufnahme einer Notiz darüber, daß schon Liebig die Gründüngung warm empfohlen hat. Vielleicht wäre auch die Benutzung der südlichen Herkünfte des Rotklees zu empfehlen und anzuführen, daß der Umbruch der Stoppel für eine in diese zu säende Gründüngung in der Regel flach zu geschehen habe. Die Gründüngung in Teichen, für Forst, Wein- und Obstgärten könnte in einer Neuauflage etwas ausführlicher behandelt werden. Die auf S. 19 erwähnte Dissertation hat zum Verfasser Herrn Hume. v. Seelhorst.

Ratgeber zur Sortenwahl. Sortenversuchsergebnisse mit Sommerweizen, Hafer, Erbsen, Feldbohnen, Futterrüben. Berichterstatter: Babowitz und Staffeld. Heft 322 der „Arbeiten der D. L.-G." Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11. Preis 2,75 Goldmark.

Im Anschluß an das in diesem Journal, Band 70, S. 283 besprochene Heft 317 der „Arbeiten der D. L.-G.", das den ersten Teil der Versuchsberichte aus dem Jahre 1921, und zwar über Wintersaaten, bringt, enthält das vorliegende Heft die Versuche mit Sommersaaten desselben Jahres, nämlich Sommerweizen, Hafer, Erbsen, Feldbohnen und Futterrüben. Die Feststellungen erstrecken sich auf Korn- und Stroherträge, Wachstumszeit, Lagerfestigkeit, Schädigung durch pflanzliche und tierische Schädlinge. Auch wurde das 1000-Korngewicht, bei Hafer auch der Spelzenanteil, bei Futterrüben der Trockensubstanz- und Zuckergehalt entsprechend berücksichtigt. Der Bericht dürfte die wichtige Aufgabe, dem Landwirt als Berater bei der Sortenwahl zu dienen, auch für die Sommersaaten im weitesten Umfange erfüllen.

Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten für studierende und berufstätige Landwirte, bearbeitet von Prof. Dr. M. Hollrung, Lektor für Pflanzenkrankheiten einschließlich der landwirtschaftlichen Insektenkunde und des speziellen Pflanzenschutzes an der Universität Halle. Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 58 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1923. XII u. 406 S. Gebunden, Preis 9 Goldmark.

Das jetzt in dritter Auflage vorliegende Werk Hollrungs enthält, soweit ich es übersehen kann, eine erschöpfende Zusammenstellung der Pflanzschutzmittel und ihrer Anwendung. Nach einem ganz kurzen geschichtlichen Rückblick und einer allgemeinen Kennzeichnung der verschiedenen Arten von Bekämpfungsmitteln bespricht der Verfasser zunächst die Lebewesen als Werkzeuge der Pflanzenheilkunde. Ich hätte es gern gesehen, wenn dies Kapitel und in ihm bes. der Vogelschutz etwas ausführlicher gehalten wäre. Der Hauptteil des Buches handelt über die unbelebten und zwar zunächst über die mechanischen und dann am ausführlichsten über die chemischen Bekämpfungsmittel. Einigen kurzen Bemerkungen über Geheimmittel schließen sich eine etwas ausführlichere Beschreibung der Hilfsgeräte für die Herstellung und Verwendung der chemischen Bekämpfungsmittel, über die Bekämpfungmittel

physikalischer Natur und eine Übersicht der wichtigeren Pflanzenerkrankungen und der empfehlenswerten Mittel zu ihrer Bekämpfung an. Ein Seitenweiser beschließt das Buch. So bildet das Hollrungsche Werk eine gute Ergänzung zu den kleineren Büchern über Pflanzenschutz wie die von Riehm und der D. L.-G., die sich in den Händen eines jeden Landwirts befinden sollten.

v. Seelhorst.

Zeitfragen aus dem Gebiet des Kontrollvereinswesens. Von Dr. J. Hansen, Geh. Regierungsrat, Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin. (Tierzüchterische Zeitfragen. Herausgegeben von Preuß. Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten. Heft 2.) Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis 2 Goldmark.

Der um die Hebung und Ausbreitung der Rindviehkontrollvereine hochverdiente Verfasser beschreibt in dem vorliegenden Heft zusammenfassend die Verbreitung, Verteilung, Organisation und Arbeitsweise der Kontrollvereine, die Tätigkeit der Kontrollbeamten, die Fütterung und die Ermittlung des Futteraufwandes, die Buchführung und die Bedeutung der Leistungsprüfungen für die Förderung der Rindviehzucht und für Ausstellungszwecke.

Die Arbeit ist für alle Landwirte, nicht nur für die, die an Kontrollvereinen beteiligt sind, sondern vor allem für diejenigen, welche dem Kontrollvereinswesen ferner stehen, von der größten Bedeutung. v. Seelhorst.

Das Grünland in der neuzeitlichen Landwirtschaft. Praktische Anleitung zur Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden auf Grund der Erfahrungen in Steinach. Von Ludwig Niggl in Steinach bei Straubing. Mit 13 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis 1,60 Goldmark. (Partiepreise: von 25 Stück ab je 1,50 Goldmark, von 50 Stück ab je 1,40 Goldmark, von 100 Stück ab je 1,30 Goldmark.)

Grünland und Grünlandwirtschaft steht zurzeit mit im Vordergrund des landwirtschaftlichen Interesses. Die vorliegende aus der Praxis heraus entstandene Arbeit orientiert über dies Gebiet auf das vortrefflichste. Ich habe sie mit großem Interesse gelesen und empfehle sie angelegentlich.

v. Seelhorst.

Jahrbuch der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. Herausgegeben vom Vorstand. Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11. Band 36, 1921. Preis 4,40 Goldmark. Bd. 37, 1922. Preis 4,40 Goldmark.

Diese Jahrbücher unterscheiden sich dadurch von ihren Vorgängern, daß nur ein Teil der Vorträge, die in den Haupttagungen gehalten sind, in ihnen veröffentlicht sind. Die anderen schon in den Mitteilungen der D. L.-G. veröffentlichten Vorträge, sind nur durch kurze Inhaltsangaben berücksichtigt. Aus Ersparnisgründen ist der früher ausführlich gegebene Jahresbericht verkürzt.

Aber nach wie vor bleibt der Inhalt des Jahresberichts so reich, daß er als eines der wichtigsten Veröffentlichungsorgane auf dem Gebiet der Landwirtschaft angesehen werden muß. v. Seelhorst.

Wahre Arbeitsgemeinschaft auf dem Lande von Claus von Eickstedt, Doktor der Staatswissenschaften. Langensalza, Verlag von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann), 1923, 39 S. Preis 0,68 Goldmark.

In Friedrich Manns Pädagogischem Magazin erscheinen seit einigen Jahren „Schriften zur politischen Bildung" herausgegeben von der Gesellschaft „Deutscher Staat".

Die Gesellschaft Deutscher Staat hat sich zur Aufgabe gesetzt, durch Vorträge von hervorragenden vaterländisch gesinnten Männern, die sie in einer Reihe größerer Städte schon gehalten hat und weiter halten läßt, Kenntnis über wahres deutsches Volkstum und damit die Grundlagen unseres Deutschen Vaterlandes in die weitesten Kreise zu tragen. Sie will dadurch die Unterlagen zur klaren Erfassung der Bedingungen für den Wiederaufbau unseres durch unsere eigene Schuld zerschmetterten Deutschlands geben.

Von den bisher gehaltenen Vorträgen sind bis jetzt 10 gedruckt und in Mann's Pädagogischem Magazin erschienen. Für landwirtschaftliche Kreise besonders interessant und lesenswert sind die Vorträge des Oberfinanzrat Dr. Bang: Volkswirtschaft und Volkstum und der oben angezeigte Vortrag hervorzuheben. Besonders die letzte Schrift greift direkt in die Praxis der Landwirtschaft hinein. Sie geht darauf aus zu zeigen, daß der Gegensatz Arbeitgeber und Arbeitnehmer ein unnatürlicher ist, da beide sich innerhalb der einzelnen Berufsgruppen ergänzen müssen, um im Beruf das möglichste zu erreichen. Sie wendet sich dabei nicht nur an die Arbeitnehmer sondern auch an die Arbeitgeber, welche infolge der sich immer mehr vom Ideellen und Pflichtmäßigen zum Materiellen und eng Egoistischen sich entwickelt habenden Verhältnisse zum Klassengegensatz und dadurch auch zum Klassenkampf zum Nachteil ihrer selbst und des Staates gekommen sind. Eickstedt will diese Gegensätze durch eine Berufsgemeinschaft, welche auf gegenseitiges Vertrauen, vor allem aber auch auf ernste christliche Pflichtauffassung aller in demselben Beruf arbeitenden Personen gegründet ist, beseitigt sehen. Er zeigt, daß eine derartige Berufsgemeinschaft in der Landwirtschaft durchführbar ist, am Beispiel des pommerschen Landbundes, der die Arbeiterschaft als gleich berechtigten Faktor in den Landbund aufgenommen hat. Die Folge dieser Aufnahme war, daß der rote Verband am Ende 1919 mit 69000 Mitgliedern auf etwa 4000 zurückgegangen ist, während die nationale und wirtschaftsfriedliche Arbeitnehmergruppe 65000 Mitglieder erreicht hat. Eickstedt ist sich darüber klar, daß unter bestimmten Verhältnissen der Klassenkampf wieder erwachen kann. Um dies möglichst zu verhindern, ist es nötig, „nicht müde zu werden in dem Ringen um die Seele des Arbeiters, dem Arbeitsverhältnis Seele und Lebenswärme einzuhauchen, es zu gestalten aus der beiderseitigen Einstellung des Geben- und nicht Nehmen-Wollens, so die wahre Arbeitsgemeinschaft zu schaffen, in der der Inbegriff deutschen Wesens und deutscher Weltanschauung nämlich das Wort ‚Treue um Treue' seine Verwirklichung und Erfüllung findet". Ich füge hinzu, und daß sich der Arbeitgeber seiner Pflichten dem Arbeitnehmer gegenüber zu jeder Zeit und an jedem Ort bewußt ist und danach handelt. v. Seelhorst.

Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur. Das Jahr 1922, bearbeitet von Regierungsrat Dr. H. Morstatt. Berlin, Verlag von Paul Parey und Julius Springer, 1923. IV und 162 Seiten. Preis 1,50 Goldmark.

Der vorliegende Band der von der biologischen Reichsanstalt veranlaßten Bibliographie schließt sich nach Form und Inhalt ganz seinen Vorgängern an. Referate über einzelne Arbeiten finden sich nicht in ihm. v. Seelhorst.

Die Anatomie und Physiologie der großen Haustiere mit besonderer Berücksichtigung der Beurteilungslehre des Pferdes. Für Landwirte und Tierzüchter von Rudolf Disselhorst, Dr. med. et. scient. natur., o. ö. Professor an der Universität Halle a. S., Geheimer Regierungsrat, o. Mitglied der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher. Fünfte, vermehrte und umgearbeitete Auflage. Mit 380 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1923. Gebunden, Preis 10 Goldmark.

Die beste Empfehlung des vorliegenden Buches ist die Tatsache, daß dasselbe in 17 Jahren 5 Auflagen erhalten hat. Die uns vorliegende 5. Auflage bringt zwar mit Bezug auf den anatomischen Teil keine wesentlichen Änderungen, dagegen hat der physiologische Teil einen weiteren Ausbau erfahren durch Berücksichtigung der neusten Forschungen auf dem Gebiete der Ernährungslehre und des Stoffwechsels. Wie in allen früheren Auflagen die Darstellung kurz und leicht verständlich ist, ohne daß strenge Wissenschaftlichkeit außer Acht gelassen wird, trifft dies auch vollkommen mit Bezug auf die neue Auflage zu.

Wer rationelle Tierzucht treiben will, muß vor allem sich mit der anatomischen Einrichtung des Tierkörpers vertraut machen, sich besonders eine genaue Kenntnis des Knochengerüstes aneignen. Für die Beurteilungslehre ist dies unbedingt notwendig und damit auch für die rationelle Tierzucht überhaupt. Es ist allerdings nicht zu leugnen, das erfahrene Landwirte, die niemals anatomisch-physiologische Studien gemacht haben, manchmal anerkennenswerte Erfolge auf diesem Gebiete zu verzeichnen haben, damit ist aber durchaus nicht der Beweis erbracht, daß die rein empirische Behandlung dieses Gebietes nicht auch mancherlei Nachteile zur Folge haben kann, wofür genug Beispiele, besonders in der Pferdezucht bekannt geworden sind. Nur wo Theorie und Praxis vereinigt sind und sich gegenseitig befruchten, kann Tierzucht mit dem gewünschten Erfolge betrieben werden.

Wie bei allen früheren Auflagen hat die Verlagsbuchhandlung Paul Parey trotz der Not der Zeit weder Mühe noch Kosten gescheut, auch der neuen Auflage eine gediegene Ausstattung zu geben.

Wir sind überzeugt, daß das Buch bei allen, welche sich für den behandelten Gegenstand interessieren, eine freundliche Aufnahme finden wird.

Esser.

Die landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte. Von Karl Walther, Diplom-Ingenieur und Patentanwalt in Berlin. II. Band: Die Maschinen zum Mähen, zur Heuwerbung und zum Ernten der Wurzelfrüchte. Mit

76 Abbildungen. Zweite, neubearbeitete Auflage. Sammlung Göschen Bd. 408. Berlin W. 10 und Leipzig, Walter de Gruyter & Co., 1923, 119 S. Preis 1,25 Goldmark.

Der vorliegende Band gibt unter Verweis auf zahlreiche Abbildungen in klarer Weise eine eingehende Beschreibung der hauptsächlichsten Typen der genannten Maschinen und kann deshalb bestens empfohlen werden.

v. Seelhorst.

Leitfaden der Milchhygiene für Land- und Milchwirte, Nahrungsmittelchemiker und Behörden von Dr. W. Grimmer, Professer an der Universität Königsberg. Mit 71 Textabbildungen und 2 Farbentafeln. München und Leipzig, Verlag von Keim & Nemnich, 1922.

Es hat zwar bislang nicht gefehlt an ausgezeichneten Werken über Milchhygiene, doch sind dieselben besonders für Human- und Veterinärmediziner, weniger für Land- und Milchwirte bearbeitet, die, weil ihnen die medizinischen Vorkenntnisse fehlen, denselben weniger Verständnis entgegenbringen. Letztere haben aber aus naheliegenden Gründen ein großes Interesse daran, daß die von ihnen erzeugte oder verarbeitete Milch den Forderungen der Hygiene durchaus gerecht wird.

Ebenso interessieren die Lebensmittelchemiker Mängel an der gesundheitlichen Beschaffenheit der Milch mehr als ein geringer Mindergehalt an Nährstoffen. Verf. hat sich deshalb mit der Bearbeitung des vorliegenden Leitfadens, der geradezu eine Lücke auf dem Gebiete der Milchhygiene ausfüllen wird, großes Verdienst erworben.

Er behandelt den oft etwas spröden Stoff in sehr leicht verständlicher, anschaulicher Schreibweise in 14 Kapiteln, indem er zuerst die anatomische Einrichtung der Michdrüse schildert und daran anschließend ihre Funktionen erläutert. Es folgt eingehende Beschreibung der Zusammensetzung und Eigenschaft der Milch und ihrer Bestandteile verschiedener Tierarten, der Fermente derselben und der Milch kranker Tiere, die Mikroorganismen derselben und die Bekämpfung der Bakterien. Dann wird der Nahrungswert der Milch im rohen und gekochten Zustande und in einem besonderen Kapitel Fütterung und Pflege des Milchviehs eingehend besprochen. Es folgt die Beschreibung der Gewinnung der Milch und ihrer Behandlung, nachdem sie dem Euter entzogen ist und die Milchversorgung, die gerade in der jetzigen Zeit eine so große Rolle spielte. Nach kurzer Beschreibung der Gewinnung von Vorzugsmilch, der Milchpräparate, der Untersuchung der Milch schließt Verf. seinen gediegenen Leitfaden der Milchhygiene mit einer übersichtlichen Zusammenstellung der auf Milch bezüglichen Gesetze und Verordnungen. 71 Textabbildungen und 2 Farbentafeln tragen wesentlich zum Verständnis zu einzelnen Abhandlungen bei.

Ich kann das auch buchhändlerisch sehr gediegen ausgestattete Werk nur dringend empfehlen. Esser.

Mitteilungen des schweizerischen Bauernsekretariats Nr. 72 und 73. Brugg, Verlag des schweizerischen Bauernsekretariats. Nr. 72 enthält den

25. Jahresbericht des leitenden Ausschusses des schweiz. Bauernverbandes und des schweiz. Bauernsekretariats. Nr. 73 die Verhandlungen der ordentl. Delegierten-Verbandes des schweiz. Bauernverbandes vom 2. 5. 1923.

Beide Hefte zeigen wieder die rege Tätigkeit des Verbandes und des Sekretariats. Sie enthalten sehr vieles, was auch deutsche Landwirte interessieren muß und dessen Kenntnis ihnen von Nutzen sein wird.

Untersuchungen betreffend die Rentabilität der schweizerischen Landwirtschaft im Erntejahre 1921/22. I. Teil.

Dieser Sonderabdruck des in dem landw. Jahrbuch der Schweiz 1923 enthaltenen Berichts des schweizerischen Bauernsekretariats an das eidgenössische Volkswirtschafts-Departement ergibt, daß ein beträchtlicher Rückgang des Reinertrags der schweizer Landwirtschaft im Berichtsjahre stattgefunden hat, der zum größten Teil auf einen Ausfall des Rohertrags zu einem geringeren auf Steigerung der Betriebskosten zurückzuführen ist. Betreffs der sehr interessanten Einzelheiten der Untersuchung muß auf den Bericht verwiesen werden. v. Seelhorst.

Krankheiten und Beschädigungen der Kartoffel. Zwanzig Tafeln mit erläuterndem Text von Dr. H. W. Wollenweber. (Arbeiten des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau. Heft 7. (Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11 Preis 2 Goldmark.

Diese als Heft 7 der Arbeiten des Forschungsinstituts für Kartoffelbau herausgegebene Broschüre sollte in der Hand jedes Kartoffelbauers und Kartoffelzüchters sich befinden. Sie gibt in ganz kurzen Worten unter Anlehnung an treffliche Abbildungen ein Bild der Krankheiten und Beschädigungen der Kartoffel, ihrer Bedeutung und ihrer Bekämpfung, erleichtert so dem Kartoffelbauer die Erkennung und Beurteilung derselben und gibt ihm die Mittel zu ihrer Bekämpfung in die Hand. v. Seelhorst.

Meliorationen. Von Oberbaurat Otto Fauser, Mitglied der Württembergischen Regierung des Jagstkreises in Ellwangen und des Normenausschusses für Meliorationswesen. II. Bewässerung, Ödlandkultur, Feldbereinigung. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 59 Abbildungen. Sammlung Göschen Nr. 692. Berlin W. 10 und Leipzig, Walter de Gruyter & Co., 1922. Preis 1 M.

Das kleine Buch gibt einen orientierenden Überblick über 3 Kapitel des Meliorationswesens und zwar über Bewässerung, Ödlandkultur (Heide und Moorkultur) und Feldbereinigung. Das dem Text vorangesetzte Literaturverzeichnis und die Hinweise auf dieses im Text ermöglichen es dem Leser, das Gebotene durch Heranziehung der dasselbe betreffenden Literatur zu ergänzen. Somit wird das kleine Buch als orientierender Wegweiser manchem willkommen sein. v. Seelhorst.

Druck von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) in Langensalza.

Einundsiebzigster Band. Heft III u. IV.

Journal

für

Landwirtschaft.

Im Auftrage der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover

herausgegeben unter Beteiligung der landwirtschaftlichen

Institute, Laboratorien und Versuchsanstalten deutscher Hochschulen.

Unter Mitwirkung von

Dr. Schermer, Professor, Direktor des Tierarznei-Instituts

Dr. E. Blanck, Professor, Direktor des agrikulturchemischen Instituts

Dr. J. Schmidt, Professor, Direktor des Tierzuchtinstituts

Dr. W. Seedorf, Professor, Direktor des Instituts für landw. Betriebslehre

Dr. O. Tornau, Professor, Direktor des landwirtschaftlichen Versuchsfeldes

Dr. F. Lehmann, Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor der landwirtschaftl. Versuchsstation

Dr. Rippel, Professor, Direktor des landw.-bakt. Instituts

herausgegeben von

Dr. C. von Seelhorst, Geh. Regierungsrat, Professor zu Göttingen.

THE LIBRARY OF THE
MAY 7 1924
UNIVERSITY OF ILLINOIS

BERLIN

VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen

SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11

1924.

Vier Hefte bilden einen Band.

Ausgegeben im Februar 1924.

Inhalt.

Seite

Variabilitätsstudien beim Wiesenschwingel. Ein Beitrag zur Gräserzüchtung von Dr. phil. **Walther Fischer** in Göttingen 121

Über die Verwitterung des Granits am Wurmberge bei Braunlage im Harz, zugleich ein Beitrag zur Frage nach der Bedeutung des VAN BEMMELENschen Verwitterungs-Silikates für die Kennzeichnung von Bodentypen und Verwitterungsart von **E. Blanck** und **H. Petersen** . 181

Bücherbesprechungen 210

Von jedem Artikel werden 25 Sonderabdrücke unberechnet geliefert. Die Verantwortung für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser.

Nachdruck und Übersetzung von Originalartikeln untersagt.

Landwirtschaftliche Jahrbücher.

Band LIX, Heft 2 erschien mit folgendem Inhalt: Über den Einfluß der Preise auf das landwirtschaftliche Bauwesen mit besonderer Berücksichtigung seiner Formen. Von Dr. **M. Bruno**, Berlin. — Weitere Versuche mit Rhenaniaphosphat. Aus dem Institut für Boden- und Pflanzenbaulehre an der landw. Hochschule in Bonn-Poppelsdorf. Von **Th. Remy** und **F. Weiske.** — Untersuchungen über Biologie und Bekämpfung des Erregers der Kohlhernie, Plasmodiophora brassicae Woronin. Von Dr. **Hans Bremer,** Proskau. — Die Tätigkeit der am 17. Dezember 1765 errichteten Hessischen Gesellschaft für den Landbau und ihrer Nachfolgerin, der 1773 errichteten Gesellschaft für Ackerbau und Kunst. Von Ökonomierat **W. Gerland**, Kassel.

Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen.

Band CI, Heft 5—6 erschien mit folgendem Inhalt: Über die chemische Zusammensetzung einiger Konkretionen tropischer Böden. Von **E. Blanck** und **W. Gellmann.** — Über mährische Roterden. Von **E. Blanck, F. Kunz** und **F. Preiss.** (Mit zwei Textabbildungen.) — Die Stickstoffnahrung der Gramineen. Von Dr. h. c. **A. v. Caron**-Ellenbach. — Die Stimulierung der Zellfunktionen, ihre theoretische und landwirtschaftliche Bedeutung. Von Prof. Dr. **Methodi Popoff**, Direktor des biologischen Institutes der Universität Sofia (Bulgarien). — Aus dem Agr.-chem. und Bakteriolog. Institut der Schles. Friedrich Wilhelms-Universität zu Breslau. Änderungen im Gehalt des Stalldüngers an Pflanzennährstoffen nach dem Kriege. Untersuchungen in der Provinz Schlesien. Von **Otto Schiller.**

Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11.

Achtung.

Ich kaufe ständig vollständige Reihen und einzelne, ältere Bände des

„Journal für Landwirtschaft“

zurück und bitte um gefl. Angebote.

Berlin SW. 11.
Hedemannstr. 10/11.

Paul Parey,
Verlagsbuchhandlung.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11.

Soeben erschienen:

Berichte über Landwirtschaft.

Herausgegeben vom
Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft.

Neue Folge, Heft 2.

Preis 3 Goldmark. (Auslandspreis: 0,75 Dollar.)

Das neue Heft der von der maßgebenden Reichsstelle herausgegebenen Reihe bringt Berichte über die Landwirtschaft in Deutschland, in Dänemark und in der Schweiz, über die Bodenreform in der tschechoslowakischen Republik und über die Viehzuchtkrisis am La Plata und ihre Folgen. Mitteilungen über die Anfänge einer Agrarreform in Schottland und über Spezialfragen der amerikanischen Landwirtschaft sowie eine Untersuchung zur Frage der optimalen Betriebsgröße in der Landwirtschaft und eine Literaturübersicht schließen sich an.

Kohlensäure und Pflanzenwachstum.

Von

Prof. Dr. F. Bornemann.

Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit 12 Textabbildungen.

Preis 5 Goldmark. (Auslandspreis: 1,20 Dollar.)

Niemand wird heute mehr daran zweifeln, daß die Kulturpflanzen höhere Ernten bringen, wenn ihre Kohlenstoff-Ernährung gesteigert wird. Die maßgebenden Beobachtungen Bornemanns sind daher von weittragender Bedeutung und erbringen den Beweis, daß für die Bodenpflanzen die Bodenkohlensäure von größter Wichtigkeit ist. Die wertvolle und interessante Arbeit sollte auch weiterhin die ihr gebührende Beachtung finden.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11.

Soeben erschienen:

Die Lupine als Objekt der Pflanzenforschung.

Morphologie, Anatomie, Physiologie und Pathologie der gelben Lupine.

Von

Dr. F. Boas, und **Dr. F. Merkenschlager**

Professor an der Landw. Hochschule Weihenstephan. Assistent

Mit 63 Textabbildungen.

Preis 7 Goldmark. (Auslandspreis: 1,70 Dollar.)

„Die Lupine ist in der vorliegenden Schrift benutzt, um die Entwicklung einer Pflanze vom reifenden Samen bis zur fruchtenden Pflanze darzustellen. Es ist für jeden Landwirt von hohem Wert, an der Hand dieser Arbeit einmal den verschlungenen Pfaden der Entwicklung einer Pflanze folgen zu können, besonders wenn der Führer so klar und allgemein verständlich seine Erklärungen gibt. **Wir können das Buch nur bestens empfehlen.**" (Hannov. land- u. forstw. Zeitg.)

Anleitung zur wissenschaftl. Bodenuntersuchung.

Von

Prof. Dr. Felix Wahnschaffe,

weil. Geh. Bergrat in Berlin.

Vierte Auflage.

neubearbeitet und herausgegeben von

Dr. Friedrich Schucht,

Professor in Berlin.

Mit 71 Textabbildungen.

Gebunden, Preis 6,50 Goldmark. (Auslandspreis: 1,55 Dollar.)

Wer sich mit wissenschaftlichen Bodenuntersuchungen zu beschäftigen hat, dem kann Wahnschaffe-Schucht's altbekannte Anleitung bestens empfohlen werden. Nach einem zusammenfassenden Überblick über Begriff, Klassifikation und Entstehung des Bodens geben die Verfasser eine vorzügliche Darstellung des ganzen Ganges der Bodenuntersuchung. Das Werk dürfte somit als die zurzeit beste Anleitung zur Bodenuntersuchung nach dem heutigen Stande der Wissenschaft und Praxis anzusprechen sein.

Die Anatomie und Physiologie der großen Haussäugetiere.

mit besonderer Berücksichtigung der Beurteilungslehre des Pferdes.

Für Landwirte und Tierzüchter.

Von

Dr. Rudolf Disselhorst,

Professor in Halle a. S., Geheimer Regierungsrat.

Fünfte, vermehrte und umgearbeitete Auflage.

Mit 380 Textabbildungen.

Gebunden, Preis 10 Goldmark. (Auslandspreis: 2,40 Dollar.)

Disselhorsts bekanntes Werk gibt eine ausgezeichnete Darstellung der Anatomie und Physiologie der größeren Haussäugetiere, insbesondere des Pferdes, in einer unübertroffenen Klarheit und in einer Form und Art, die den Bedürfnissen des Tierzüchters und Landwirts in vollstem Maße Rechnung trägt.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 112406258